

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

И. А. КРУПЕНИКОВ

**ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КИРГИЗСКОЙ  
БЕРЕЗЫ КАК РЕЗУЛЬТАТ ЕЕ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ  
К ВЫСОКОМУ СОДЕРЖАНИЮ СОЛЕЙ В ПОЧВЕ**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 12 IV 1944)

Киргизская береза (*Betula kirghisorum* Saw.-Ruczg.) в естественных насаждениях Наурзумского бора и леса Сыпсын-Агач (Семиозерный район Кустанайской области, Казахской ССР) произрастает преимущественно на почвах с высоким содержанием легко растворимых сульфатов и хлоридов (1, 2).

Высокая солеустойчивость киргизской березы обусловлена эколого-физиологической переработкой растения в процессе прогрессивного засоления почвенного покрова местообитаний *Betula kirghisorum*. Повидимому, даже само возникновение этого молодого эндемичного вида березы связано с прогрессивным засолением влажных местообитаний. Для последних в предшествующую эпоху была характерна *B. pubescens* Ehrh., дериватом которой, по некоторым данным, является *B. kirghisorum* (3, 4). Необходимо, однако, указать, что по ряду признаков киргизская береза близка и к *B. verrucosa* Ehrh., с которой она дает, повидимому, ряд гибридных форм.

Прогрессивное засоление местообитаний киргизской березы связано с бессточностью района и интенсивным развитием воздушной импультверизации солей (5).

После того как было установлено произрастание киргизской березы на засоленных почвах (2, 4), мы предприняли исследование вопроса о путях приспособления вида к несвойственному древесно-кустарниковым растениям (не галофитам) засоленному субстрату. Внешних черт галоморфности, которые так рельефно выступают у тамарисков, черного саксаула, *Nitraria schoberi* и других представителей солончаковой дендро-флоры, у киргизской березы почти не наблюдается. Поэтому было интересно выяснить те эколого-биохимические особенности растения, которые являются результатом вновь возникшего или, точнее, вновь возникающего в процессе изменения среды галофитизма.

Таблица 1  
Общая зольность (в процентах веса сухого растения) и химический состав золы (в процентах веса золы) листьев киргизской березы

Гигр. вода	Общая зольность	В процентах от веса золы												
		SiO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	Σ
7,78	7,99	2,50	17,99	3,48	0,57	0,07	51,14	1,02	11,09	2,44	0,34	3,12	7,12	100,88
7,15	7,80	7,21	10,28	7,35	0,86	0,05	44,56	8,57	6,50	4,48	0,32	3,20	7,18	100,56

В биохимическом отношении киргизская береза обнаруживает черты весьма значительного своеобразия (табл. 1). В ее листьях содержится большое количество зольных элементов. Очень велико содержание калия, хлора и, особенно, извести ( $\text{CaO} + \text{CO}_2$ ), которая в листьях большинства древесных пород содержится в значительно меньших количествах.

Имеются указания, что аккумуляция в растениях хлора сопровождается накоплением кальция (6). Это явление наблюдается и в разбираемом нами случае. Почвы, на которых произрастает киргизская береза, содержат до 28%  $\text{CaO}$  карбонатов, в ее листьях накапливается до 51%  $\text{CaO}$ . Следовательно, *Betula kirghisorum* является ярко выраженным кальциефильным растением. Энергичное накопление в тканях растения  $\text{Ca}$  и  $\text{Cl}$  не вызывает в данном случае удлинения фаз вегетации, что отмечается для кальциефобных растений (6).

Таблица 2  
Данные химического анализа водной вытяжки из листьев киргизской березы в процентах веса сухого растения\*

Гигр. вода	Плотный остаток	Воднорастворимые органические вещества	Щелочность в $\text{HCO}_3$	$\text{Cl}$	$\text{SO}_4$	$\text{Ca}$	$\text{Mg}$	$\text{Na}$	$\text{K}$
7,78	17,14	10,28	3,06	0,57	0,25	0,172	0,34	0,39	1,06

\* Водные вытяжки производились по методу, указываемому М. М. Шукевичем (7)

Если мы посмотрим на количество и состав воднорастворимых веществ в листьях киргизской березы (табл. 2), то и здесь увидим ряд своеобразных биохимических особенностей, а именно — огромное суммарное содержание воднорастворимых веществ, высокий показатель щелочности, большое количество воднорастворимых органических веществ при сравнительно умеренном содержании минеральных.

Осмотическое давление почвенного раствора в почвах под киргизской березой достигает в отдельных случаях величин порядка 30 атмосфер (2). Следовательно, чтобы не погибнуть от физиологической сухости почвы, киргизская береза должна обладать большим осмотическим давлением клеточного сока. Последнее в листьях киргизской березы в основном достигается за счет накопления воднорастворимых органических веществ — в значительно меньшей мере за счет легко растворимых минеральных солей. Таким образом, в биохимическом отношении киргизская береза несколько приближается к так называемым органо-минеральным солянкам.

По сравнению с листьями других видов берез, листья *Betula kirghisorum* более сочны; содержание воды в них достигает 80,2% и почти на 10% превосходит содержание воды в листьях *B. verrucosa* (табл. 3).

Как уже отмечалось, киргизская береза характеризуется высокой концентрацией клеточного сока листьев и значительно превосходит в этом отношении бородавчатую березу (табл. 3). Следует подчеркнуть, что даже в том случае, когда *Betula kirghisorum* произрастает на незасоленной почве, она сохраняет довольно постоянно свой биохимический характер, главным образом в отношении накопления воднорастворимых органических веществ, и, следовательно, ее галофитизм нельзя рассматривать как результат индивидуального приспособления отдельных особей к засолению почвы.

Этот галофитизм, безусловно, является специфическим видовым и наследственным признаком. В противном случае киргизская береза, произрастающая на практически незасоленных песчаных почвах в сосновом лесу, не сохранила бы свои типичные биохимические черты.

Таблица 3

Эколого-биохимические особенности киргизской и бородавчатой березы в Наурзумском бору (листья взяты 12 VII 1940 г.)

Вид березы	Ассоциация	Вода в проц. от веса живых листьев	Процент от веса сухой массы					Осмотическое давление клеточного сока в атмосферах
			зола	в водной вытяжке				
				органические вещества	щелочность в HCO <sub>3</sub> '	Cl'	SO <sub>4</sub> '	
<i>Betula kirghisorum</i>	Солончаковый луг с преобладанием <i>Elymus salsuginosus</i> . . . . .	80,2	7,99	10,28	3,06	0,57	0,25	24
»	Сосновый лес . . . . .	77,2	5,92	9,13	2,98	0,24	0,17	17
<i>B. verrucosa</i> . .	Периферия слабо засоленного дуга	71,1	5,12	4,07	1,96	0,18	0,15	8
»	Сосновый лес . . . . .	70,8	4,99	3,91	1,83	0,16	0,13	6

Осмотическое давление клеточного сока листьев киргизской березы достигает 24 атмосфер \*, что в четыре раза превосходит соответствующую величину, полученную для бородавчатой березы (табл. 3).

Ряд морфологических признаков киргизской березы также свидетельствует об ее адаптации к высокому засолению почвы (некоторая суккулентность листьев, густая опушенность молодых побегов, ножек, сережек и даже черешков).

Вывод. 1. *Betula kirghisorum* является специфическим «солончаковым» видом березы.

2. В эколого-биохимическом и физиологическом отношении киргизская береза приближается к органно-минеральным селянкам.

Создание четко организованного солончакового растения, обладающего рядом характерных физиологических и биохимических черт, свойственных галофитам (высокое осмотическое давление клеточного сока, огромное накопление в тканях воднорастворимых веществ, высокая влажность листьев), может происходить в рамках такой жизненной формы как широколиственное дерево.

Наурзумский государственный заповедник,  
Казахстан

Поступило  
12 IV 1944

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. А. Крупеников, ДАН, XXVI, № 7 (1940). <sup>2</sup> Он же, ДАН, XXXI, № 5 (1941).  
<sup>3</sup> Д. И. Литвинов, Тр. Бот. музея Академии Наук, XV, 124 (1916). <sup>4</sup> Д. И. Литвинов, Тр. Бот. музея Академии Наук, XVII, 13—25 (1920). <sup>5</sup> И. А. Крупеников, Метеорология и гидрология, № 4, 120 (1940). <sup>6</sup> М. М. Мазаева, Изв. АН СССР, сер. биол. и мед. науки, № 2, 486 (1938). <sup>7</sup> М. М. Шукевич, Тр. Почвенного ин-та АН СССР, XIX, 2, 50 (1939).

\* Определялось при помощи плазмолиза — раствором KNO<sub>3</sub>; листья взяты 15 VIII 1942 г.