

УДК 631.41(470.46)

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА СОЛЕВЫДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЕМ TAMARIX, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Афанасьев И.А.

ФБГОУВПО «Астраханский государственный университет»,
Астрахань, e-mail: garelii@yandex.ru

Проведен анализ солевыведения у двух видов тамарикса *Tamarix ramosissima* Ledeb (Ru: Тамариск многоветвистый) и *Tamarix laxa* Willd (Ru: Тамариск раскидистый) в течение всего вегетационного периода. Установлено, что у первого вида соль выделялась и накапливалась на поверхности листьев и побегов в течение всего периода наблюдений, через секреторные клетки. Тогда как у второго тамарикса (*Tamarix laxa* Willd) микроскопическое изучение срезов листьев, показало, что соли перемещаясь в краевые клетки листа, концентрируются в них, и вызывает их гибель. После высыхания клетки отшелушиваются или лопаются и опадают на землю, а часть солей удаляется при их опадении, что может быть фактом установления нового, ранее не описанного способа солевыведения у тамарикса.

Ключевые слова: Tamaricaceae (Ru: Тамариковые), процессы солевыведения

STUDY OF THE NATURE OF SALT SECRETION BY PLANT TAMARIX THAT GROWS IN ASTRAKHAN REGION

Afanasev I.A.

FBGOUVPO «Astrakhan State University», Astrakhan, e-mail: garelii@yandex.ru

There was made the analysis of two species of *Tamarix ramosissima* Ledeb and *Tamarix laxa* Willd, during all the vegetative period. There was learnt that first specie discharged and assimilated salt on the leaves and offshoots' surface during all period of study through the secretors. And the microscopic examination of leaves' section of *Tamarix laxa* Willd confirmed the supposition that salt migrated to the edge cell of the leave, concentrated there and provoked its ruin. After the drying-out the cells peeled, broke down to the ground and some part of salt receded during the downfall. There was described the new way of salt secretion by *Tamarix*.

Keywords: Tamaricaceae, process of salt secretion

Род *Tamaricales* (семейство Tamaricaceae) – небольшие деревья и кустарники. Представители рода встречаются в пустынях, полупустынях и степях на юге Европы, в Африке и Азии, где являются характерными, часто господствующими растениями. Обычно произрастают в Центральной Азии, где встречается примерно 15 видов [6]. Нетребовательны к почве, солеустойчивы. Относительно холодостойки, практически все виды выдерживают температуру до -17°C , наиболее холодостойкие до -50°C . Очень светолюбивы. Произрастают, преимущественно, вдоль рек, на солончаках и солончаках, по краям рвов, а иногда и на барханных песках. В горах Средней Азии поднимаются до 2000 м над уровнем моря; на Кавказе – до 600 м. В Астраханской области произрастает повсеместно, наибольшая популяция в дельте Волги, насчитывающая более 20 видов [1]. Дельта Волги находится в пустынной зоне. Климат умеренный, резко континентальный – с высокими температурами летом и низкими зимой, большими годовыми и летними суточными амплитудами температуры воздуха, малым количеством осадков и большой испаряемостью. Средняя годовая температура $+10^{\circ}\text{C}$, уровень залегания грунтовых вод находится на глубине 1,5–2,0 м [2].

Основными типами почв нижневолжской долины является:

1. Аллювиальные дерновые насыщенные.
2. Аллювиальные луговые насыщенные.
3. Солончаки гидроморфные.
4. Аллювиальные болотные иловато-перегноино-глеевые.
5. Аллювиально-дерново-опустынивающиеся карбонатные.
6. Бурые полупустынные [6].

Важнейшим экологическим фактором в Астраханской области, является засоление почв [4]. В дельте Волги солевой горизонт поднимается к поверхности, и засоление здесь, в явном виде, отражается на составе растительных сообществ. Растения, произрастающие на таких почвах, получили название галофитов. По характеру приспособления к условиям засоления все галофиты разделяются на три группы: соленакапливающие, солевывделяющие, соленепроницаемые. Первая группа – это растения проницаемые для соли и накапливающие в тканях вместе с солями и воду. У таких растений развиваются водозапасающие ткани. В результате у этих растений мясистые стебли и листья. Соленепроницаемые: мембраны клеток корней растений этой группы малопроницаемы для солей. Солевывделяющие: растения проницаемы для соли, но она не

накапливаются в клеточном соке, а выделяется наружу [5].

Анализ литературы (по Кузнецову В.В.) по характеру солевыделения для различных видов Тамарикса и сам механизм солевыделения позволили сделать выводы, что они мало изучены. В связи с этим, целью наших исследований было сравнительное изучение способов выделения соли двух видов тамарикса. Род тамарикса относится к солевыделяющим галофитам (криптогалофиты), произрастающим на средне и сильно засоленных почвах. Из распространенных в Астраханской области видов тамариксов нами для изучения механизма солевыделения были выбраны два вида, повсеместно распространенных в Нижнем Поволжье:

Tamarix ramosissima Ledeb. (Ru: Тамарикс многоветвистый) и *Tamarix laxa* Willd (Ru: Тамарикс раскидистый). Эти виды произрастают в долине Нижней Волги следующих ее районах: Волгоградско-Ступинском, Ахтубинско-Никольском, Харабалинско-Енатаевском, Бахтемиро-Кигачском (дельтовый), Западный ильменно-бугровом, Приморском. [9]

Материалы и методы исследований

В качестве объекта изучения были выбраны два вида семейства Тамариковые (Tamaricaceae), это *Tamarix laxa* Willd (Ru: Тамарикс раскидистый) и *Tamarix ramosissima* Led. (Ru: Тамарикс многоветвистый), произрастающие в Астраханской области и имеющие следующие ботанико-биологические характеристики, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1
Сравнительная ботанико-биологическая характеристика двух видов рода *Tamarix*

Показатели	<i>Tamarix laxa</i> Willd (Ru: Тамарикс раскидистый)	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb. (Ru: Тамарикс многоветвистый)
Жизненная форма	Крупный, ветвистый кустарник или небольшие деревья. Ветви раскидистые, голые, зеленые и сизые. Фанерофит	Кустарник, высотой 2–3 метра. Фанерофит, гипергалофит
Листья	Листья прямо отстоящие, до 1 мм, овально-ромбические или яйцевидные, на вершине заостренные и суженные к основанию	Листья с мелкими сидячими зелеными или сизыми чешуевидными листьями, выделяющими на своей поверхности соль
Цветки	Цветки розовые, в густых кистях (4×1 см), в свою очередь собранные в верхушечные метелки, на коротких цветоножках	Цветки мелкие, с чашечкой и розовым венчиком из четырех-пяти лепестков. Цветки собраны в длинные кисти. Плод – раскрывающаяся коробочка. Семена мелкие, с волосками (хохолком)
Сроки цветения	Цветет в течение двух месяцев. [7]	Время цветения. Май – август [7]

Наблюдения при изучении соленакопления и солевыделения проводили в течение вегетации и на срезах листьев *Tamarix ramosissima* Led (Ru: Тамарикс многоветвистый), сделанных лезвием, которые рассматривали на клиническом тринокулярном микроскопе Н604Е с 40 кратным увеличением, и делали микрофотографии на зеркальном фотоаппарате Canon 1000D, с макрообъективом. Пробы для изучения были взяты с растений, произрастающих в естественных условиях, типичных для роста тамарикса.

Пробы земли для определения степени засоления места обитания были взяты в Красноярском районе при равных условиях для изучаемых двух видов, растущих друг от друга на расстоянии 2 м. Пробы почвы для получения водной солевой вытяжки для сравнения степени и состава засоления брали под кроной и рядом с ней. Образцы почвы для изучения ионного состава и плотного солевого состава брали по горизонтам 0–10, 10–15, 40 и 60 см. Таким образом, исследовались солончаковые (поверхностное засоление) и солонцеватые (среднепрофильно засоленные) горизонты верхнего (корнеобитаемого) почвенного профиля [8].

Для получения водной вытяжки брали навеску почвы массой 50 г, которую в плоскодонной 250 мл колбе заливали 250 мл дистиллированной воды и взбалтывали в течение 15 минут. Фильтровали через обеззоленный бумажный фильтр с синей полоской. 50 мл фильтрата наливали в предварительно

взвешенную, фарфоровую чашку, просушенную в течение 3 часов в сушильном шкафу при температуре 700–750°C. Водную вытяжку выпаривали в фарфоровой чашке до высушивания. Количество сухого остатка в водной вытяжке определяли по разности между весом сухой чашки и её весом с остатком соли, что являлось массой соли в данной вытяжке. Приготовление водной вытяжки для исследования ее на ионном хроматографе ICS – 1000 США, «Dionex»; характеристики: Storage solution: Eluent; Eluent: 8,0 mM Na₂CO₃/1,0 mM NaHCO₃, проводилось по той же технологии, что и для определения сухого остатка, т.е. 1:5 (почвы к дистиллированной воде).

Результаты исследований и их обсуждение

Из литературных источников известно, что род *Tamarix* хорошо приспособлен к произрастанию в условиях засоления и по этому признаку относится к галофитам. Основным механизмом приспособления к условиям засоления у рода тамарикса является солевыделение. Цель наших исследований направлена на изучение механизма солевыделения, который для тамариксов слабо изучен. В связи с этим, необходимо было выяснить почвенные условия произрастания, изучаемых нами видов. Был изу-

чен количественный и качественный состав засоления корнеобитаемого слоя грунта. Так как изучаемые виды многолетние растения произрастают на одном месте длительное время, можно предположить, что они оказывают влияние на солевой состав грунта в месте обитания, поглощая и вынося соли из корнеобитаемого слоя, рассеивая их после выделения листьями по поверхности почвы. Количество солевого остатка водной вытяжки из профилей грунта под кроной, и рядом с кроной корнеобитаемого слоя оказалось различным (табл. 2).

Таблица 2
Количество солевого остатка водной вытяжки профилей корнеобитаемого слоя двух видов тамарикса

Слой почвенного разреза	Под кроной	Рядом с кроной
0–10 см	0,01 %	0,03 %
10–15 см	0,11 %	0,1 %
40 см	0,06 %	0,15 %
60 см	0,08 %	0,12 %

Под кроной в корнеобитаемом слое в профиле 40 и 60 см количество солевого остатка намного меньше – 0,06 и 0,08 %, чем рядом с кроной – 0,15 и 0,12 %, соответственно. Если в слое 10–15 см количество солей не отличается, то в поверхностном слое рядом с кроной 0–10 см, в 3 раза больше (0,03 %), чем в слое под самой кроной (0,01 %). Мы полагаем, что это связано с поглощением солей корнями под кроной и вынос их к листьям, через которые они выделяются и рассеиваются вокруг кроны

на поверхность почвы. Поэтому важно отметить, что в зоне активной деятельности корней, под кроной растений тамарикса, при длительном произрастании происходит видимое расслоение почвенных горизонтов, что может быть положительным фактором, улучшающим произрастание тамарикса.

Результаты анализа водных вытяжек на ионный состав показал: в составе катионов солевой вытяжки среди других, преобладает Na^+ , как токсичный элемент, и особенно Ca^{2+} не токсичный элемент засоления. Среди анионов наиболее высокая концентрация хлоридного (Cl^-) и сульфатного остатка (SO_4^{2-}), весьма токсичных в высоких концентрациях.

Все тамариковые для произрастания в условиях почвенного засоления приспособились к этим условиям благодаря выработанному в филогенезе способу выделения солей из организма. С транспирационным током воды поглощенные соли достигают листьев и, не накапливаясь в клеточном соке, выделяются ими через специальные секреторные клетки или через устьица, имеющиеся на всей поверхности листьев. Часть солей удаляется при их опадении. Однако механизмы солевыведения у тамариксов различных видов слабо изучены.

В связи с этим наше внимание привлек вопрос о солевыведении двух различных видов тамарикса *Tamarix ramosissima* Ledeb (Ru: Тамарикс многоветвистый) (рис. 1) и *Tamarix laxa* Willd (Ru: Тамарикс раскидистый) (рис. 2), произрастающих в совершенно аналогичных почвенных условиях и характере засоления, что подтверждено проведенным анализом почвы.

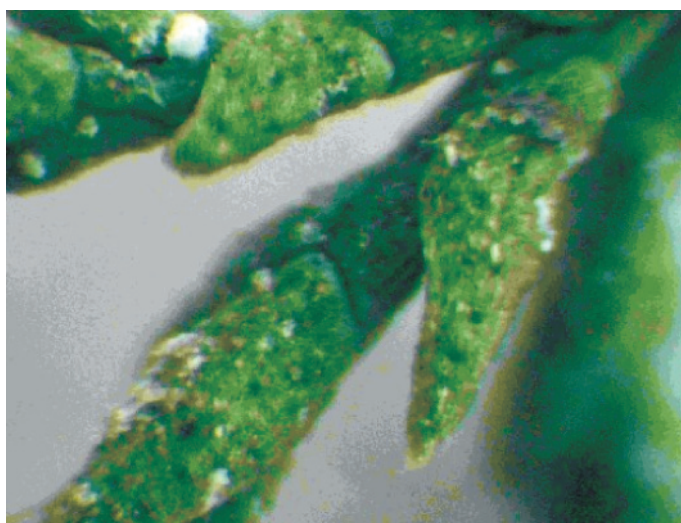


Рис. 1. *Tamarix ramosissima* Ledeb (Ru: Тамарикс многоветвистый)



Рис. 2. *Tamarix laxa* Willd (Ru: Тамарикс раскидистый)

В течение всего вегетационного периода визуально и с помощью микроскопа МБС9 было установлено, что у первого вида тамарикса соль выделялась и накапливалась на поверхности листьев и побегов в течение всего периода наблюдений, через секреторные клетки, что хорошо было заметно в виде налета (рис. 1), тогда как у второго соль на поверхности листьев и побегов

не обнаруживалась (рис. 2). Мы считаем, что у этих видов выработались различные механизмы солевыделения. Микроскопическое изучение срезов листьев тамарикса *Tamarix laxa* Willd подтвердило наше предположение. Удаление солей у этого вида происходит путем отшелушивания вместе с солью отмерших краевых клеток листьев (рис. 3).

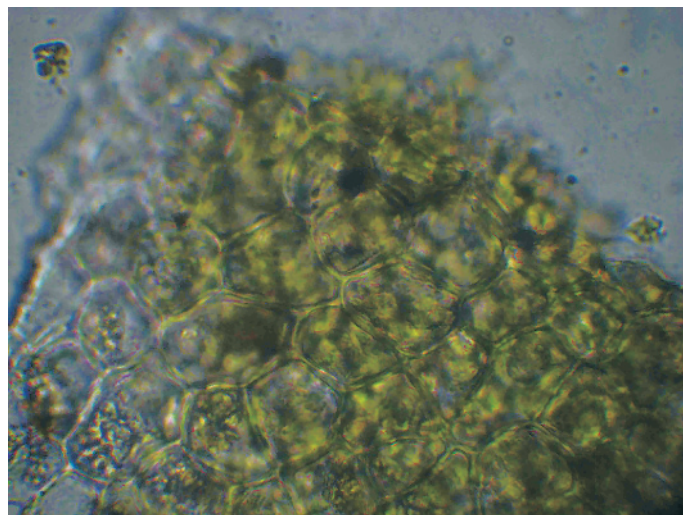


Рис. 3 Микрофотографии фрагментов среза листа *Tamarix laxa* Willd

Происходит это таким образом: соли, перемещаясь в краевые клетки листа, концентрируются в них, что и вызывает их гибель. Как видно из фото, такие клетки находятся на краю листа и после высыхания отшелушиваются или, лопаясь, опадают на землю. Постепенно их заменяют другие отмирающие клетки. Таким образом, нами установлен новый, ранее не описанный способ солевыделения у тамарикса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аристархова Л.Б. Еще раз о происхождении и причинах локализации бэровских бугров // Известия АН СССР. Сер. Геогр. – 1980. – №4. – С. 67–73.
2. Белевич Е.Ф. Районирование дельты Волги // Труды Астраханского заповедника. – 1963. – Вып. 8. – С. 401–421.
3. Бородин Н.А., Некрасов В.И., Некрасова Н.С. Деревья и кустарники СССР. – М., 1996.
4. Засоленные почвы России / отв. ред. Л.Л. Шилов, Е.И. Панкова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 854 с.
5. Кузнецов В.В. Физиология растений: учебник / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 742 с.
6. Пилипенко В.Н., Перевалов С.Н. Современная флора дельты Волги: монография. – Астрахань: Изд-во Астраханского гос. ун-ва, 2002. – 138 с.
7. Станков С.С., Талиев В.И. Определитель высших растений Европейской части СССР. – Изд., перераб. и доп. книги В.И. Талиева.
8. Теория и практика химического анализа почв; под ред. Л.А. Воробьевой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
9. Losev G.A., Laktionov A.P., Afanasyev V.E., Leummens H. Flora of the Lower Volga valley (the Volga – Akhtuba floodplain and the Volga delta). An annotated list of wild vascular Plant species. – Astrakhan, 2008.