

ГАЛОАДАПТАЦИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ОСУШЕННОЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ В СВЯЗИ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ И ЗАСОЛЕНИЕМ ПОЧВ

© 2007 г. Х.К. Матжанова

*Институт биоэкологии Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан
Узбекистан, Каракалпакстан, 742000 Нукус, пр. Бердаха, 41, E-mail: kholidamk@mail.ru*

Реферат. В статье рассматриваются вопросы изучения галоадаптации и галоаккумуляции растений, произрастающих на осушенной Южной части дна Аральского моря, для выявления видов, избирательно накапливающих анионы водорастворимых солей в условиях засоленности почв, для оценки адаптации растений к условиям засоленной среды. Приведены результаты исследований биоэкологических особенностей некоторых видов растений и их галоадаптация.

Ключевые слова: Опустынивание, засоление почв, растения, галофиты, галоадаптация.

Усиливающееся антропогенное воздействие на природу становится причиной ее изменения. Эти изменения нередко сопровождаются деградацией экосистем, что, прежде всего, выражается в упрощении структуры природных систем и снижении их восстановительной способности.

Усыхание Аральского моря – яркий и крупномасштабный пример антропогенного изменения природы. Оно не только губительно отразилось на экосистемах самого моря, но и сопровождается аридизацией климата, опустыниванием и засолением почв, усилением ветров, повышением температуры воздуха, степени эрозии, уменьшением водообеспеченности территорий, и, в конечном счете - снижением биологического потенциала всего Приаралья.

Проблема усыхания Аральского моря в настоящее время приобрела всемирную известность. Это диктует необходимость изучения вопросов галоадаптации и галоаккумуляции растениями в связи с опустыниванием и засолением.

Галоаккумуляция растениями является одним из выраженных проявлений их галоадаптации. Качественные и количественные показатели галоаккумуляции растениями могут характеризовать их галотолерантность.

Изучением процессов формирования ландшафтов, тенденций развития отдельных компонентов природно-территориальных комплексов (ПТК) и изменения растительных сообществ обнаженной части дна Арала занимались и занимаются многие авторы с начала катастрофы (Кесь, 1969; 1978; Вухрер, 1979; Ишанкулов и др. 1979; Кабулов, 1989; Кабулов, 1997; Ниязов и др., 1998; Аширбеков и др., 2002; Кузьмина и др, 2006; Матжанова, 1999; Матжанова и др., 2006).

Настоящее исследование преследует цель выявить виды растений, в том числе и галофиты, избирательно накапливающие анионы водорастворимых солей в условиях засоленности почв. Качественное и количественное содержание тех или иных ионов (хлоридов, сульфатов и карбонатов) может служить оценкой адаптации растений к условиям засоленных почв.

Материал и методика исследований

В исследованиях использовались галофиты и различные виды растений, отобранные в Южной части обсохшего дна Аральского моря.

Нами была использована модифицированная методика определения водорастворимых минеральных солей в растениях (Кабулов и др., 1997), разработанная на основе методики определения солей в почвах (Аринушкина, 1970) и Методов агрохимических анализов почв и растений Средней Азии (1977). На анализ бралась средняя проба наземной части 3–5 растений. Водная вытяжка растений приготавливалась из расчета: сухое вещество и дистиллированная вода в отношении 1:50 (одна часть сухой массы растений и 50 частей воды).

Содержание карбонатов определялось объемным методом – путем титрования фильтрата 0.02 н¹ раствором серной кислоты, и использованием индикаторов, соответственно фенолфталеина и метилоранжа; хлоридов – аргентометрическим методом – титрованием 0.1 н раствором азотнокислого серебра с использованием индикатора 10% раствора хромовокислого калия; суммарное содержание ионов кальция и магния – комплексонометрическим методом – титрованием 0.05 н раствором Трилона Б в присутствии индикатора хромогена черного; содержание кальция также определялось титрованием 0.05 н раствором Трилона Б с использованием индикатора мурексида; содержание магния определялось по разнице содержания кальция от суммы ионов кальция и магния.

Содержание в фильтрате сульфатов определялось арбитражным методом. Сульфаты осаждались в кислой среде 0.05 н раствором хлористого бария, осадок фильтровался через обеззоленный фильтр «синяя лента», прокаливался в муфельной печи при температуре 400-450⁰С до постоянного веса. Суммарное содержание натрия и калия учитывалось по разнице суммы анионов – карбонатов, бикарбонатов, хлоридов, сульфатов и катионов – кальция и магния. Содержание ионов в растительной массе рассчитывалось в мг-экв и процентах на 100 г абсолютно-сухого веса. Результаты химического анализа контролировались методом плотного (сухого) остатка (Кабулов и др., 1997).

Количественное накопление водорастворимых солей классифицировалось по Х.К. Матжановой (1999), где изучаемые растения условно разделяются на три группы: малосоленонакапливающие (до 5%), среднесоленонакапливающие (5-15%) и многосоленонакапливающие (более 15%). Преимущественное накопление анионов также определялось по данной методике, в которой растения условно были разделены на хлоридофилы, сульфатофилы, карбонатофилы.

Результаты и обсуждение

Наибольший интерес у исследователей вызывают галофиты, а также растения, произрастающие на сильно засоленных и опустыненных почвах. Поэтому наши исследования касались в первую очередь этих растений, растущих на обсохшем дне Аральского моря.

Исследование галоаккумуляции дикорастущими растениями имеет ряд преимуществ, связанных с тем, что в течение всей жизни они находятся под влиянием естественного отбора и особенности их развития почти не подвергаются воздействию человека.

Растения-галофиты характеризуются повышенной проницаемостью клеточных оболочек для минеральных солей. В этой связи они могут накапливать в себе значительное, как выразился Б.А.Келлер (1940), «сверх предельное количество минеральных солей», что и подтверждается нашими исследованиями (табл.).

Исследования базировались на качественном определении в листьях водорастворимых

¹ Раствор, содержащий в литре один граммэквивалент растворенного вещества, называется однонормальным или, просто, нормальным раствором и обозначается буквой «н».

хлорид-ионов – наиболее токсичных и осмотически активных компонентов широко распространенных в Приаралье минеральных солей.

Полученные данные химического анализа водного экстракта листьев 6 видов дикорастущих растений флоры Каракалпакстана представлены в таблице, где растения расположены по убыванию общей солеустойчивости – распространению на засоленных почвах в природе и по содержанию в их листьях водорастворимых хлорид-ионов.

Сведа заостренная – *Suaeda acuminata* (C.A.M.) Moq. – является одним из наиболее солеустойчивых растений. Она произрастает по солончакам и на засоленных почвах в районах орошаемого земледелия. Из общего количества накопленных сведою анионов

Таблица. Химический состав и содержание водорастворимых солей в листьях растений (в % и мг-экв. на 100 г абсолютно-сухой растительной массы). **Table.** Chemical compound and the maintenance of water dissolving mineral salts in the leaves of plants (in % and mg-equ. on 100 g in absolute-dry vegetative weight)

Название растений	Сумма солей, %	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ по разнице
<i>Suaeda acuminata</i> *	18.4	20.0	253.5	30.4	8.0	14.0	281.9
<i>Limonium otolepis</i>	21.04	24.0	221.0	88.9	14.0	18.0	301.9
<i>Zygophyllum oxianum</i>	28.41	216.0	182.0	8.57	85.0	67.5	254.0
<i>Haloxylon aphyllum</i>	3.4	14.0	32.5	5.65	2.0	6.0	44.15
<i>Aeluropus litoralis</i>	11.54	96.0	30.0	32.21	42.0	42.0	74.21
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	3.16	7.2	12.8	27.5	14.0	9.5	24.0

* - все образцы взяты в фазе интенсивного роста, т.к. большинство видов растений отличаются максимальным соленакоплением именно в этой фазе. * - samples are taken in a phase of intensive growth since the majority of kinds of plants differ maximal salt accumulated in this phase.

(303.9 мг-экв) – 8.41% (253.5 мг-экв) относится к хлорид-ионам. Можно ее считать многосоленакпливающим, хлоридофилом.

Кермек ушколистный – *Limonium otolepis* (Schrenk) O. Ktze, широко распространен на солончаках и по берегам водоемов и как сорное на полях. По общему содержанию водорастворимых солей может превосходить сведу, но по преимущественному накоплению хлорид-иона – несколько уступает. Из общего количества накопленных кермеком анионов (333.9 мг-экв) – 66.1% (221.0 мг-экв) относится к хлорид-ионам. Его также можно считать многосоленакпливающим, хлоридофилом.

Парнолистник амударьинский – *Zygophyllum oxianum* Boriss. распространен по менее влажным и супесчаным почвам слабого и среднего засоления. Он произрастает на обсохшей части дна Аральского моря. Как видно из таблицы, он может превосходить вышеуказанные виды растений по общему содержанию водорастворимых солей. Однако в составе преобладают менее токсичные карбонаты. Из общего количества накопленных им водорастворимых анионов (406.57 мг-экв) только 44.77% или 182.0 мг-экв составляют хлорид-ионы. Его можно отнести к группе многосоленакпливающих, карбонатофилов.

Саксаул безлистный или черный – *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Iljin – широко распространен на такырах, засоленных песках и по окраинам солончаков. Является малосоленакпливающим, хлоридофилом.

В таблице также приведены данные по содержанию водорастворимых солей в листьях прибрежницы солончаковой – *Aeluropus litoralis* (Gouan) Pall. Она произрастает на луговых и

лугово-солончаковых, главным образом, орошаемых полях, слабо- и среднесолонных почвах. Как видно из таблицы, она может превосходить саксаул по общему содержанию водорастворимых солей. Однако в их составе преобладают менее токсичные карбонаты. Из общего количества накопленных ею водорастворимых анионов (158.21 мг-экв) 60.67% или 96.0 мг-экв составляют бикарбонат-ионы, и только 18.96% или 30.0 мг-экв составляют хлорид-ионы. Ее можно отнести к группе среднесоленакапливающих, карбонатофилов.

Верблюжья колючка (янтак) – *Alhagi pseudalhagi (Bieb) Fish.* – индикатор пресных и незасолоненных песков. По накоплению водорастворимых солей она может приравняться к саксаулу черному, однако в отличие от саксаула больше половины накопленных ею солей составляют сульфат-ионы. Общее количество анионов в верблюжьей колючке достигает 47.5 мг-экв, из них (27.5 мг-экв) 57.89% приходится на долю сульфат-иона, а (12.8 мг-экв) 26.9% – на долю хлорид-иона. Поэтому, ее можно считать малосоленакапливающей, сульфатофилом.

Выводы

1. Из изученных нами 6 видов дикорастущих растений 3 вида показали себя как многосоленакапливающие, 1 вид – среднесоленакапливающий и 2 вида – малосоленакапливающие; благодаря избирательному поглощению водорастворимых солей – 3 вида представляют собой хлоридофилы, 2 вида – карбонатофилы, 1 вид – сульфатофил.

2. Каждый из изученных видов накапливает в листьях разные ионы.

3. Группа многосоленакапливающих видов относится к различным семействам: *Suaeda acuminata (С.А.М.) Моq.* – из семейства *Chenopodiaceae*, *Limonium otolepis (Schrenk) O. Ktze.* – из *Plumbaginaceae*, а *Zygophyllum oxiamum Boriss.* – из *Zygophyllaceae*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв // М.: Изд. МГУ, 1970. 275 с.
2. *Аширбеков У.А., Курбанбаев Е.К., Каримова О.Ю.* Опустынивание дельты Амударьи и закрепление осушенного дна Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. 2002. №1. С. 27-30.
3. *Вухрер В.* Первичное зарастание обсыхающего побережья Арала // Проблемы освоения пустынь. 1979. №2. С. 66-70.
4. *Кабулов С.* Изменение пустынных фитоценозов Приаралья в связи с усыханием Аральского моря // Автореферат диссертации доктора биол. наук, Ташкент, 1989. 40 с.
5. *Кабулов С.К., Матжанова Х.К., Орел М.М.* Особенности изучения воднорастворимых солей // Вестник КК О АН РУз. 1997. №1-2. С. 15-21.
6. *Кесь А.С.* Основные этапы развития Аральского моря // Проблема Аральского моря. М.: Наука, 1969. С. 23-27.
7. *Кесь А.С.* Причины изменений уровня Арала в голоцене // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1978. №1. С. 40.
8. *Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Бахиев А., Мамутов Н.* Опыт формирования растительности на солончаках обсохшей части Аральского моря // Международная научно-практическая конференция. Нукус. 2006. С. 42.
9. Методы агрохимических анализов почв и растений Средней Азии. Изд. 5-е, дополн. 1977. 188 с.
10. *Ишанкулов М.Ш., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.М., Некрасова Т.Ф.* О динамике процессов ландшафтообразования юго-восточного побережья Аральского моря

- (Босайский створ) // Проблемы освоения пустынь. 1979. №2. С. 40-51.
11. *Матжанова Х.К., Орел М.М.* Мониторинг растительности осушенной Южной части Аральского моря // Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья. Международная научно-практическая конференция. Нукус. 2006. С. 44.
 12. *Матжанова Х.К.* Биоэкологические особенности соленакопления растений в условиях Каракалпакстана // Автореферат диссертации кандидата биол. наук. Ташкент, 1999. 18 с.
 13. *Ниязов Р.А., Мавлянов Т.Э., Пинхасов Б.И., Таиматов Х.М.* Динамика развития экзогенных процессов на обсохшем дне Аральского моря и опустынивание в Приаралье // Опустынивание в Узбекистане. Ташкент, 1998. С. 66-70.

THE HALOADAPTATION AND BIOECOLOGICAL FEATURES OF PLANTS OF THE DRAINED SOUTHERN PART OF A BOTTOM OF THE ARAL SEA IN CONNECTION WITH A DESERTIFICATION AND SALTIFICATION OF SOILS

© 2007. Kh.K. Matzhanova

*Institute of Bioecology Karakalpak Branch Uzbek Academy of Sciences
Uzbekistan, Karakalpakstan, 742000 Nukus, pr.Berdakha, 41, E-mail: kholidamk@mail.ru*

The findings of investigation of the author on analysis of haloadaptation of the halophyte plants growing on a drained Southern part of a bottom of the Aral Sea are represented in this scientific article.

The problem of drying of the Aral Sea has gained now a world-wide notoriety. It dictates necessity of analysis of problems of haloadaptation and haloaccumulation of plants in connection with a desertification and salification.

Drying of the Aral Sea, both pollution of underground and surface waters, extensive usage of water resources has resulted in an omnipresent salification of soils, that is mirrored in features of growth, development and on phyto-production of plants. In adding up conditions haloadaptation, halotolerancy and intensive salt metabolism are a condition of successful growth and development of plants.

The present research pursue the objective that to reveal of kinds of halophyte plants which selectively accumulates anions of water soluble salts in the conditions of salty soils. The qualitative and quantitative contents of those or diverse anions (chlorides, sulfates and carbonates) can serve as an estimation of acclimatization of plants to conditions of the salted soils. The researches based on qualitative test of water soluble chlorides of the leaves. These ions are most toxic and osmotically components of eurytopic mineral salts in Aral Sea region. It is represented a method of definition of water soluble salts in plants in this article and classification of plants according to their quantitative and qualitative indicators of accumulation of salts in them.

Under the obtained data is determined, that each kind of plants stores in itself toxic ions only within the limits of halotolerancy. The correlation between accumulation of chloride ions and degree of general salt resistance of kinds of plants is detected and it is established that the predominance of chloridophyte-plants probably is a consequent of the acclimatization of plants to sulfate-chloride type of salification of soils.