

Галофитная растительность на западе Прикаспийской низменности

И. А. ГОРЯЕВ, А. П. КОРАБЛЁВ

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2
E-mail: goriaev.arslan@yandex.ru; akorablev@binran.ru

Статья поступила 10.02.2020

После доработки 30.03.2020

Принята к печати 01.04.2020

АННОТАЦИЯ

Галофитная растительность характерна для запада Прикаспийской низменности. Она приурочена к солонцам и солончакам, занимает большие площади. Фитоценотическое разнообразие галофитной растительности зависит прежде всего от таких экологических факторов, как общая сумма солей в почвах, а также от увлажнения почв. Согласно литературным источникам и нашим полевым исследованиям сообщества галофитов в регионе относятся к 21 формации, из которых 9 широко распространены (*Artemisieta pauciflorae*, *Artemisieta santonicae*, *Camphorosmeta monspeliacae*, *Leymeta ramosi*, *Halocnemeta strobilacei*, *Salsoleta dendroidis*, *Salicornieta perennantis*, *Suaedeta salsae*, *Petrosimonieta oppositifoliae*). Сообщества 12 формаций (*Anabaseta salsae*, *Halimioneta verruciferae*, *Kochieta prostratae*, *Limonieta suffruticosi*, *Salsoleta laricinae*, *Frankenieta hirsutae*, *Petrosimonieta triandrae*, *Petrosimonieta brachiatae*, *Climacopteryta crassae*, *Spirobassieta hirsutae*, *Salsoleta sodae*, *Puccinellieta distantis*) встречаются редко. Часть этих формаций находится на западной или северо-западной границе своих ареалов. В степной зоне региона исследования преобладают солонцы. К ним приурочены сообщества эугалофитных полукустарничков *Artemisia pauciflora*, *Artemisia santonica*, *Camphorosma monspeliaca* и корневищного злака *Leymus ramosus*. Солончаки встречаются не так часто, на них отмечены ценозы *Salicornia perennans*, *Spirobassia hirsuta*, *Suaeda salsa*, *Petrosimonia oppositifolia*. В пустынной зоне солонцы занимают небольшие площади и только в ее северной части. Преобладают солончаки, к которым приурочены сообщества гипергалофитных полукустарничков (*Halocnemum strobilaceum*, *Salsola dendroides*) и однолетних галофитов (*Salicornia perennans*, *Suaeda salsa*, *Petrosimonia oppositifolia*). Сообщества галофитов характерны также для залежей и пастбищ на светло-каштановых засоленных почвах, вдоль ирригационных каналов, трубопроводов и около артезианских скважин.

Ключевые слова: Прикаспийская низменность, степная зона, пустынная зона, галофитная растительность, солонцы, солончаки, общая сумма солей, формации.

Галофитная растительность на Прикаспийской низменности представляет собой совокупность сообществ полукустарничков и однолетних галофитов, приуроченных к солонцам и солончакам.

Сообщества галофитов характерны для запада Прикаспийской низменности, что обу-

словлено широким распространением солонцов и солончаков в этом регионе. Несмотря на то что галофитная растительность на западе Прикаспийской низменности играет заметную роль в растительном покрове, до настоящего времени она не была объектом специальных геоботанических исследований

и лишь отрывочно упоминается в литературных источниках [Бакташева, 2005; Фёдорова, 2011; Бембеева и др., 2013; Гавинова и др., 2015; Бакташева и др., 2017; Сафронова, 2018; и др.]. Зональная специфика галофитной растительности этого региона не изучена. Знания экологических особенностей, состава, структуры и географических закономерностей распространения галофитных сообществ необходимы для выявления биоразнообразия природных комплексов Прикаспия в целях мониторинга их состояния. Земледелие, выпас скота, пожары, прокладка сезонных дорог и ирригационных каналов оказывают негативное воздействие на растительный покров, одновременно вызывая увеличение площади, занятой галофитной растительностью.

Целью наших исследований являлось изучение формационного разнообразия и закономерностей распространения галофитной растительности на западе Прикаспийской низменности.

В задачи входило выявление формационного разнообразия галофитной растительности, изучение распространения сообществ галофитов и определение их зональной приуроченности и экологических факторов, влияющих на разнообразие сообществ галофитов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

По ботанико-географическому районированию западная часть Прикаспийской низменности лежит в пределах Евразийской степной и Сахаро-Гобийской пустынной областях [Лавренко, 1947, 1962]. Степная растительность представлена ксерофитными полукустарничково-дерновинно-злаковыми опустыненными степями на светло-каштановых почвах; пустынная растительность – сообществами полукустарничковых полыней на бурых почвах, многолетних галофитов на солончаках и кустарников на песках [Боровский и др., 1969; Сафронова, Юрковская, 2015]. Рельеф равнинный, с многочисленными понижениями (лиманами, сорами, депрессиями). В южной подзоне степной зоны высоты колеблются от 0 до 50 м. Северная подзона пустынной зоны лежит ниже уровня моря – от 0 до –29 м [Атлас Калмыцкой АССР, 1974]. Климат резко-континентальный. В степной зоне в год выпадает от 200 до 250 мм осадков, обилие ко-

торых приходится на вторую половину лета либо начало осени. Среднегодовая температура воздуха +7 °С, максимальная температура в июле достигает 30 °С, минимальная в январе опускается до –30 °С. Длительность засушливого периода 5 мес. В пустынной зоне осадков выпадает 180–200 мм/год, максимум приходится на середину весны – преимущественно апрель, начало мая. Среднегодовая температура воздуха немного выше, чем в степной зоне, +10 °С, максимум температуры в июле достигает +40 °С, минимальная январская – до –20 °С. Засушливый период длится 8 мес. [Агрометеорологический обзор..., 2015].

Изучение галофитной растительности в регионе проводилось маршрутным методом. Протяженность маршрутов составила более 3000 км (рис. 1). Выполнено 138 геоботанических описаний, полученных с использованием стандартной методики, которая включает: общее проективное покрытие сообщества в процентах, проективное покрытие в процентах и обилие по Друде для каждого вида, фенофаза для каждого вида и высота растения [Полевая геоботаника, 1964]. При камеральной обработке описаний использованы данные по общей сумме солей в почвах (мг/экв.) из 56 почвенных образцов, взятых под галофитными сообществами на глубине 30 см в корнеобитаемом слое. Для аридных территорий отсутствуют какие-либо шкалы, определяющие уровень увлажнения. Увлажнение определялось нами по приуроченности видов галофитов к уровню залеганию грунтовых вод [Уланова, 2010]. Названия видов растений приведены по С. К. Черепанову [1995], в отдельных случаях – по Флоре Нижнего Поволжья (*Neocaspia foliosa*, *Spirobassia hirsuta*) [2018].

Для анализа экологических градиентов, отвечающих за фитоценотическое и видовое разнообразие галофитной растительности, выполнено неметрическое многомерное шкалирование (NMS) [Minchin, 1987] в среде R [R Core Team, 2019] в пакете Vegan [Oksanen et al., 2019] с использованием меры расстояния Брея – Кёртиса. Предварительно проективное покрытие каждого вида прологарифмировали. Виды, отмеченные во всех описаниях менее трех раз, исключались. Корреляции между координатами сообществ на осях ординации и показателями общей суммы солей и проективного покрытия жизненных форм

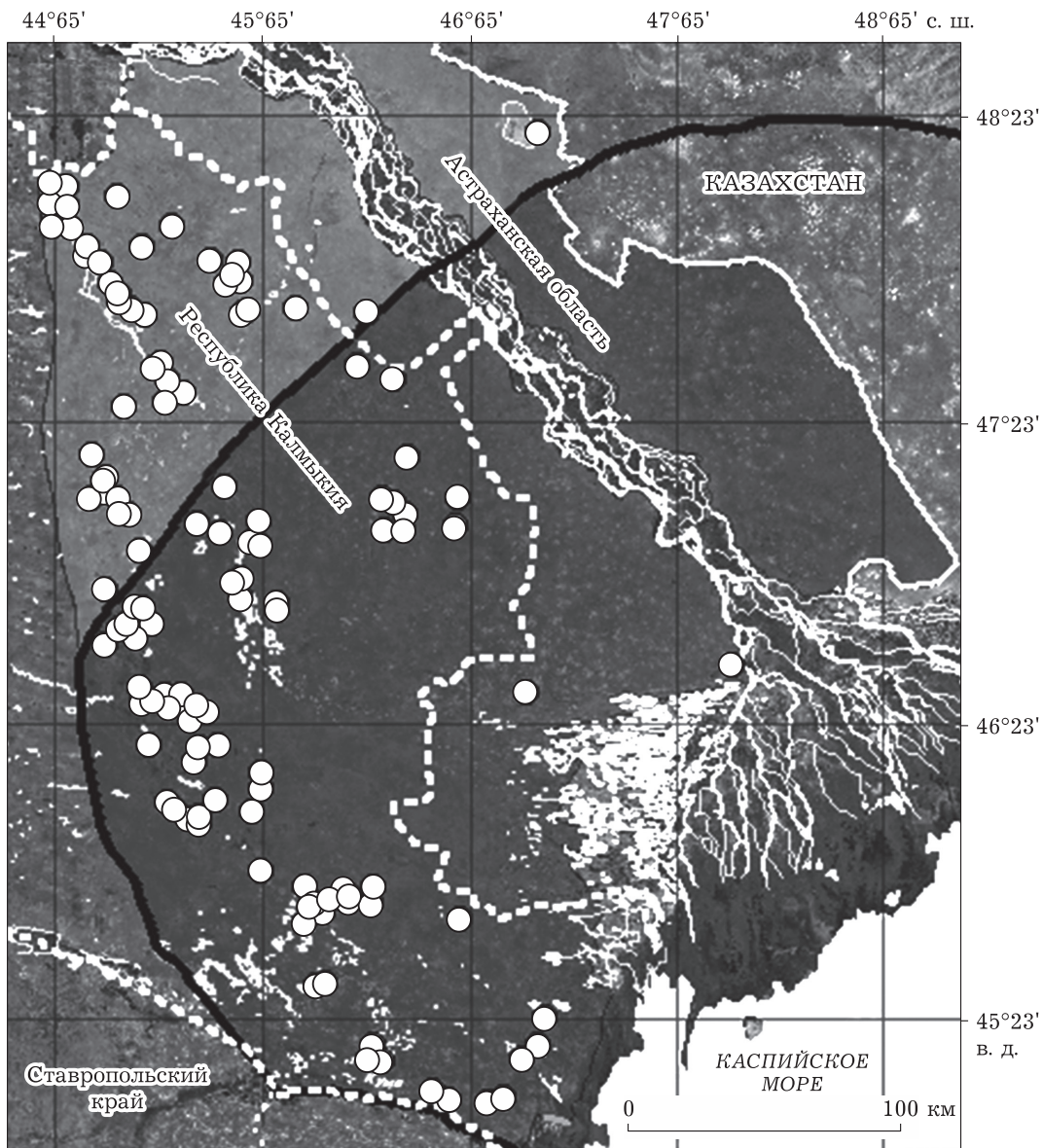


Рис. 1. Карта-схема запада Прикаспийской низменности с точками сбора данных

рассчитывали с помощью функции подбора линейных векторов *envfit()* в пакете *Vegan*. Векторы наиболее скоррелированных ($r^2 > 0,25$) характеристик помещали на ординационные диаграммы. Уровень значимости корреляций во всех случаях оценивали на основании пермутационного теста Монте-Карло (1000 пермутаций). Интерпретация экологических градиентов на осях ординации выполнена на основании прямых измерений общей

суммы солей и корреляции проективного покрытия видов. Вычислены коэффициенты линейной корреляции r Пирсона и ранговой корреляции τ Кендалла между проективным покрытием каждого вида (со встречаемостью во всех описаниях > 8) и координатами осей. Нами выполнена ординация для всего массива данных с целью выявления наиболее общих закономерностей. Кроме этого проведена ординация отдельно для степной и пустынной

зон, чтобы установить зональные различия в отношениях сообществ к экологическим факторам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Галофитная растительность, приуроченная к солонцам, солончаковатым солонцам и солончакам, характерна для запада Прикаспийской низменности в пределах степной и пустынной зон. Галофиты по отношению к засолению, согласно классификации Н. И. Акжигитовой [1981, 1982], разделяются на гипергалофиты, эугалофиты, гемигалофиты и галогликофиты. Все эти типы отмечены в регионе исследования, но только гипергалофиты и эугалофиты образуют самостоятельные сообщества, принадлежащие к 21 формации.

Эугалофиты – растения сильно засоленных почв, доминируют при общей сумме солей 1,8–2,3 % [Акжигитова, 1982]. К ним относятся такие полукустарнички, как *Anabasis salsa*, *Artemisia pauciflora*, *Artemisia santonica*, *Camphorosma monspeliaca*, *Kochia prostrata*, *Salsola dendroides*, *Salsola laricina*, а также корневищный злак *Leymus ramosus*, рыхлодерновинный злак *Puccinellia distans* и однолетний галофит *Petrosimonia triandra*.

Гипергалофиты – растения избыточно засоленных почв, сохраняют доминирующую роль при общей сумме солей 2,3–3,0 % [Акжигитова, 1982]. Гипергалофитами являются полукустарнички *Frankenia hirsuta*, *Halimione verrucifera*, *Halocnemum strobilaceum*, *Limonium suffruticosum* и однолетние галофиты *Climacoptera crassa*, *Petrosimonia oppositifolia*, *Petrosimonia brachiata*, *Salicornia perennans*, *Salsola soda*, *Spirobassia hirsuta*, *Suaeda salsa*.

Наиболее распространенными являются сообщества девяти формаций: чернопопынной (*Artemisieta pauciflorae*), сантоникопольной (*Artemisieta santonicae*), камфоросмовой (*Camphorosmeta monspeliacae*), сарсазановой (*Halocnemeta strobilacei*), вострецово-вой (*Leymeta ramosi*), петросимониевой (*Petrosimonieta oppositifoliae*), солеросовой (*Salicornieta perennantis*), древовидносолянковой (*Salsoleta dendroidis*), сведовой (*Suaedeta salsae*).

Встречаются редко ценозы 12 формаций: биюругоно-вой (*Anabaseta salsae*), обионо-вой (*Halimioneta verruciferae*), прутняковой (*Kochieta prostratae*), кермековой (*Limonie-*

ta suffruticosi), солянковой (*Salsoleta laricinae*), франкениевой (*Frankenieta hirsutae*), петросимониевой (*Petrosimonieta triandrae*), петросимониевой (*Petrosimonieta brachiatae*), климакоптеровой (*Climacoptereta crassae*), спиробассиевой (*Spirobassieta hirsutae*), солянковой (*Salsoleta sodae*), бескильнице-вой (*Puccinellieta distantis*). Часть этих формаций находится на западной или северо-западной границе своих ареалов.

Только к солонцам приурочены сообщества трех формаций: чернопопынной (*Artemisieta pauciflorae*), камфоросмовой (*Camphorosmeta monspeliacae*) и вострецово-вой (*Leymeta ramosi*). На солончаковатых солонцах формируются сообщества сантоникопольной (*Artemisieta santonicae*) и древовидносолянковой (*Salsoleta dendroidis*) формаций. На солончаках обычны ценозы сарсазановой (*Halocnemeta strobilacei*), солеросовой (*Salicornieta perennantis*), сведовой (*Suaedeta salsae*), петросимониевой (*Petrosimonieta oppositifoliae*) формаций [Гор-яев, 2019а, б].

В регионе сообщества галофитов распространены неравномерно. Чернопопынные (*Artemisia pauciflora*), сантоникопольные (*Artemisia santonica*), камфоросмовые (*Camphorosmeta monspeliaca*) и вострецовые (*Leymus ramosus*) сообщества занимают около 30 % всей территории и характерны преимущественно для степной зоны, заходят только в северную часть пустынной зоны. Солончаки (5 % всей территории) сосредоточены в пустынной зоне, поэтому сообщества гипергалофитных многолетних (*Halocnemum strobilaceum*, *Salsola dendroides*) и однолетних (*Salicornia perennans*, *Petrosimonia oppositifolia*, *Suaeda salsa*) галофитов характерны для пустынной зоны и редко встречаются в степной. Их фитоцено-тическое разнообразие особенно велико по побережью Каспийского моря [Борликов и др., 2009; Горяев, 2019а].

В настоящее время галофиты распространяются по залежам и пастбищам на светлокаштановых солонцеватых почвах. Причина – чрезмерный выпас крупного и мелкого рогатого скота на пастбищах и распашка на залежах. Обычно на залежах встречаются сообщества чернопопынников (*Artemisia pauciflora*) и таврическопопынников (*Artemisia taurica*). В их составе содоминируют ромашник (*Tanacetum achilleifolium*), типчак (*Festuca*

valesiaca) и житняк пустынный (*Agropyron desertorum*). На пастбищах вблизи животноводческих стоянок в пустынной зоне и южной части степной зоны господствуют итсигековые ценозы (*Anabasis arhylla*).

В результате строительства ирригационных каналов, трубопроводов, бурения скважин водорастворимые соли выносятся в верхние горизонты почв, создавая тем самым условия для формирования галофитных ценозов. На начальной стадии нарушения обильны однолетники: *Alyssum desertorum*, *Atriplex sphaeromorpha*, *A. tatarica*, *Ceratocarpus arenarius*, *Climacoptera crassa*, *Eremopyrum orientale*, *Lepidium ruderae*, *Lappula patula*, *Neocaspia foliosa*, *Salsola tragus*, *Suaeda altissima*, *S. acuminata*, *S. salsa*. На более поздних стадиях доминируют сообщества полукустарничков: древовидносолянковые (*Salsola dendroides*), сантоникополынные (*Artemisia santonica*) и таврическополынные (*Artemisia taurica*).

Варьирование видового состава изученных галофитных сообществ хорошо иллюстрирует ординационная диаграмма (рис. 2). Наибольшую долю (37 %) объясненной дисперсии в данных отражает первая ось (Ось 1), которая связана с наиболее сильным экологическим градиентом – общей суммой солей в почвах: коэффициент детерминации (r^2) для засоления равен 0,508. Довольно высокие значения коэффициента детерминации получены для полукустарничков ($r^2 = 0,409$) и однолет-

них галофитов ($r^2 = 0,392$) (табл. 1). Это связано с их высокой ролью в сложении сообществ галофитов в регионе. Косвенным подтверждением засоленности служит корреляционная связь первой оси с видами-эдификаторами и создателями, приуроченными только к солончакам: *Salicornia perennans* ($r = 0,607$; $\tau = 0,493$), *Suaeda salsa* ($r = 0,280$; $\tau = 0,376$), *Halocnemum strobilaceum* ($r = 0,277$; $\tau = 0,338$), *Petrosimonia oppositifolia* ($r = 0,140$; $\tau = 0,229$). Виды, приуроченные к солонцам, имеют отрицательную корреляцию: *Artemisia pauciflora* ($r = -0,599$; $t = -0,618$), *Camphorosma monspeliaca* ($r = -0,249$; $\tau = -0,263$), *Leymus ramosus* ($r = -0,246$; $\tau = -0,322$), *Kochia prostrata* ($r = -0,225$; $\tau = -0,231$).

Вторая ординационная ось (Ось 2) объясняет 15 % дисперсии в данных; судя по видовому составу галофитных сообществ, она отражает градиент увлажнения. Отрицательная корреляция характерна для видов, произрастающих на почвах с близким залеганием грунтовых вод. К таким видам относится гипергалофит *Halocnemum strobilaceum* ($r = -0,538$; $\tau = -0,482$). Если грунтовые воды находятся на глубине ниже 30 см, доминирует другой эугалофит – *Salsola dendroides* ($r = -0,207$; $\tau = -0,163$). Положительную корреляцию с этой осью имеют виды, произрастающие в местообитаниях с глубоким залеганием грунтовых вод (от 30 см до 1 м). Прежде всего это виды, приуроченные к со-

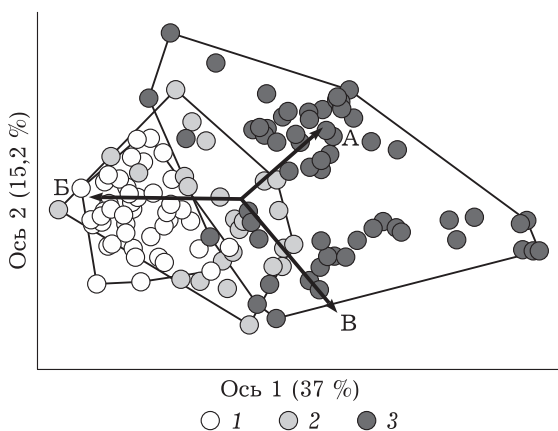


Рис. 2. Общая ординационная диаграмма галофитной растительности на западе Прикаспийской низменности.

А – засоление; Б – проективное покрытие полукустарничков; В – проективное покрытие однолетних галофитов. Круги – сообщества на солонцах (1), солончаковатых солонцах (2) и солончаках (3)

Т а б л и ц а 1
Коэффициенты показателей детерминации с ординационным пространством

Показатель	r^2	p
Вся территория региона		
Засоление	0,508	0,0009
Полукустарнички	0,409	0,0009
Однолетники	0,392	0,0009
Степная зона		
Засоление	0,747	0,0019
Полукустарнички	0,429	0,0009
Однолетники	0,467	0,0009
Пустынная зона		
Засоление	0,454	0,0009
Полукустарнички	0,376	0,0009
Однолетники	0,365	0,0009

лончаковатым солонцам: *Artemisia santonica* ($r = 0,385$; $\tau = 0,349$), *Camphorosma monspeliaca* ($r = 0,233$; $\tau = 0,282$).

В степной зоне при ординации описаний сообществ наиболее информационной оказалась первая ось (Ось 1) с 47 % объясненной дисперсии; с ней связано варьирование соотношений обилия полукустарничков и однолетних галофитов. Здесь широко распространены сообщества полукустарничков: чернополыньники (*Artemisia pauciflora*), сантоникополыньники (*Artemisia santonica*), камфоросмовые (*Camphorosma monspeliaca*). Проективное покрытие полукустарничков хорошо отражает варьирование видового состава галофитных сообществ, коэффициент детерминации (r^2) равен 0,429. Изредка встречаются вострецовые (*Leymus ramosus*) ценозы. Они имеют схожий с вышеупомянутыми сообществами видовой состав и также сконцентрированы в левой части диаграммы (рис. 3).

Другой вид имеет распределение однолетних гипергалофитных солеросовых (*Salicornia perennans*), сведовых (*Suaeda salsa*) и петросимониевых (*Petrosimonia oppositifolia*) сообществ на солончаках. Коэффициент детерминации (r^2) однолетних галофитов равен 0,392, и их обилие обратно скоррелировано с обилием полукустарничков. На диаграмме эти сообщества образуют рассеянную группу на солончаках. Это связано с разной суммой солей в почвах под ценозами, отсюда и иной видовой состав (см. рис. 3, табл. 1). Под солеросовыми (*Salicornia perennans*) сообществами сумма солей варьирует от 2 до 4 %. Ценозы монодоминантные, иногда в них присутствуют *Spirobassia hirsuta* и *Salsola soda*. Сумма

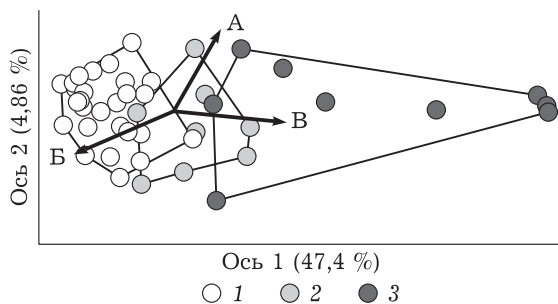


Рис. 3. Ординационная диаграмма галофитных сообществ в степной зоне.

А – засоление; Б – полукустарнички; В – однолетние галофиты. Круги – сообщества на солонцах (1), солончаковатых солонцах (2), солончаках (3)

солей под сведовыми (*Suaeda salsa*) и петросимониевыми (*Petrosimonia oppositifolia*) ценозами чуть меньше – около 2–3 %. Кроме эдификаторов в них принимают участие однолетник *Salicornia perennans*, полукустарничек *Frankenia hirsuta*, эфемер *Eremopyrum triticeum*.

Ординация показала значительное влияние фактора засоления на видовой состав сообществ, коэффициент детерминации (r^2) засоления равен 0,747 (см. табл. 1). Виды, произрастающие на солонцах, имеют положительные корреляции: *Artemisia pauciflora* ($r = 0,483$; $\tau = 0,459$) и *Kochia prostrata* ($r = 0,263$; $\tau = 0,289$). К солонцам с более высоким засолением (в центре диаграммы) приурочены следующие виды: *Leymus ramosus* ($r = 0,219$; $\tau = 0,171$), *Camphorosma monspeliaca* ($r = 0,177$; $\tau = 0,063$). *Artemisia santonica* обильна на солончаковатых солонцах, имеет отрицательную корреляцию с первой осью ($r = -0,073$; $\tau = -0,317$). Известно, что на солонцах грунтовые воды залегают в нижних горизонтах (около 1 м), соответственно, влияние увлажнения на сообщества не столь характерно. Это косвенно подтверждает малая нагрузка на вторую ординационную ось (Ось 2), доля объясненной дисперсии которой менее 5 %, что говорит о слабой выраженности второго экологического градиента.

В пустынной зоне сообщества галофитов разнообразнее, преобладают полукустарнички и однолетние галофиты, которые разместились в разных частях ординационной диаграммы. Коэффициенты детерминации (r^2) для проективного покрытия этих жизненных форм составили 0,376 и 0,365 соответственно (см. табл. 1). Как отмечено выше, эуалофитные полыньники (*Artemisia pauciflora*, *Artemisia santonica*) и реже вострецовые (*Leymus ramosus*) сообщества встречаются только в северной части пустынной зоны, в то время как гипергалофитные полукустарничковые и однолетние сообщества распространены в южной и юго-восточной частях.

Ординация сообществ пустынной зоны показала наличие двух комплексов экологических градиентов, определяющих варьирование состава сообществ (рис. 4). Первый градиент, засоление, имеет коэффициент детерминации (r^2) 0,454 (см. табл. 1) и наиболее проявляется по первой оси (Ось 1). Отрицательные значения корреляции имеют виды солонцов:

Artemisia pauciflora ($r = -0,704$; $\tau = -0,561$), *Leymus ramosus* ($r = -0,491$; $\tau = -0,388$). Низкие отрицательные значения имеет *Salsola dendroides* ($r = -0,268$; $\tau = -0,218$), приуроченная к солончаковатым солонцам. Положительную корреляцию показывают виды, произрастающие на солончаках: *Salicornia perennans* ($r = 0,617$; $\tau = 0,517$), *Suaeda salsa* ($r = 0,495$; $\tau = 0,411$), *Halocnemum strobilaceum* ($r = 0,366$; $\tau = 0,285$), *Frankenia hirsuta* ($r = 0,332$; $\tau = 0,274$) и *Petrosimonia oppositifolia* ($r = 0,292$; $\tau = 0,230$).

Вторая ординационная ось (Ось 2) объясняет 20 % дисперсии в данных и, вероятно, наиболее связана с увлажнением. Виды, произрастающие при очень близком (0–30 см) залегании засоленных грунтовых вод на солончаках, отрицательно скоррелированы с этой осью: *Halocnemum strobilaceum* ($r = -0,557$; $\tau = -0,505$) и *Climacoptera crassa* ($r = -0,323$; $\tau = -0,121$). Положительные значения корреляции имеют виды, которые также предпочитают близкое залегание грунтовых вод (0–30 см): *Salicornia perennans* ($r = 0,135$; $\tau = 0,151$), *Suaeda salsa* ($r = 0,165$; $\tau = 0,088$), *Frankenia hirsuta* ($r = 0,108$; $\tau = 0,107$), *Petrosimonia oppositifolia* ($r = 0,380$; $\tau = 0,447$). Однако они могут полноценно вегетировать и при низком (0–1 м) залегании грунтовых вод. Положительные корреляции отмечены у *Artemisia santonica* ($r = 0,328$; $\tau = 0,336$) и *Salsola dendroides* ($r = 0,282$; $\tau = 0,264$), предпочитающих солончаковатые солонцы, где уровень грунтовых вод ниже 30 см.

Многие исследователи отмечали, что тип засоления не играет главной роли в распределении галофитов, важнее – общая сумма солей в почвах [Келлер, 1940; Вышивкин, 1959; Коровин, 1961; и др.]. Одними из первых, кто связал распространение и приуроченность галофитных сообществ именно с общей суммой солей, были А. М. Барсегян [1965] и Н. И. Акжигитова [1981, 1982]. Мы присоединяемся к этой точке зрения на основе исследований на западе Прикаспийской низменности.

Для определения связи галофитов с общей суммой солей нами использовались данные почвенных образцов. В результате анализа (рис. 5, 6) наиболее высокое засоление, как и ожидалось, выявилось под сообществами гипергалофитных формаций на солончаках: сарсазановой (*Halocnemeta strobilacei*),

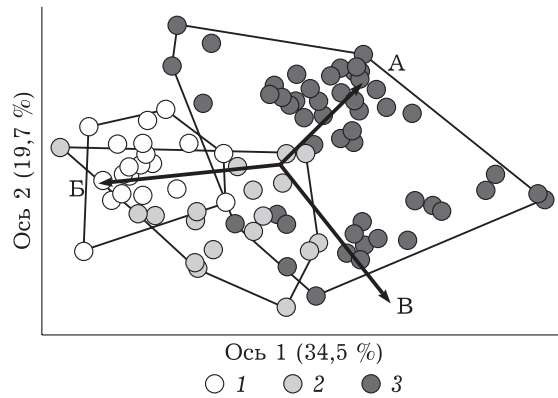


Рис. 4. Ординационная диаграмма галофитных сообществ в пустынной зоне.

А – засоление; Б – проективное покрытие полукустарничков; В – проективное покрытие однолетних галофитов. Кружки – сообщества на солонцах (1), солончаковатых солонцах (2) и солончаках (3)

солеросовой (*Salicornieta perennantis*), сведовой (*Suaedeta salsae*) и петросимониевой (*Petrosimonieta oppositifoliae*). В их ценозах общая сумма солей варьирует в пределах от 1 до 3 %. Редко засоление может достигать 4 и даже 9 %.

В сообществах на солончаковатых солонцах общая сумма солей составляет около 1 %. Иногда при повышении уровня грунтовых вод она может увеличиться. На таких почвах

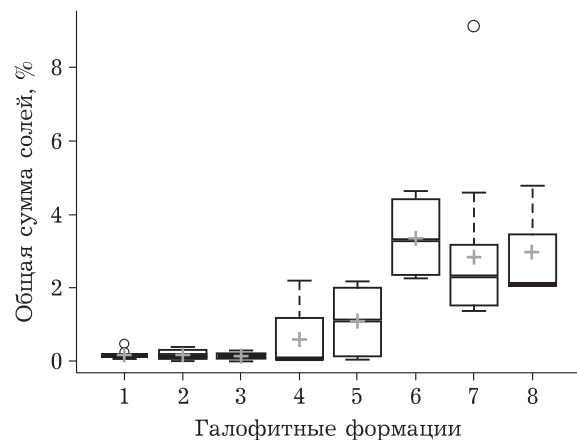


Рис. 5. Распределение сообществ галофитных формаций по общей сумме солей.

1 – чернопопынная (*Artemisieta pauciflorae*), 2 – сantonикопынная (*Artemisieta santonicae*), 3 – вострецовая (*Leymeta ramosi*), 4 – древовидносолянковая (*Salsoleta dendroidis*), 5 – петросимониевая (*Petrosimonieta oppositifoliae*), 6 – солеросовая (*Salicornieta perennantis*), 7 – сарсазановая (*Halocnemeta strobilacei*), 8 – сведовая (*Suaedeta salsae*). Высота “ящика” – межквартильный размах; вертикальные линии – 1,5 межквартильных размах; горизонтальная линия – медиана; плюс (+) – среднее значение; круги – выбросы

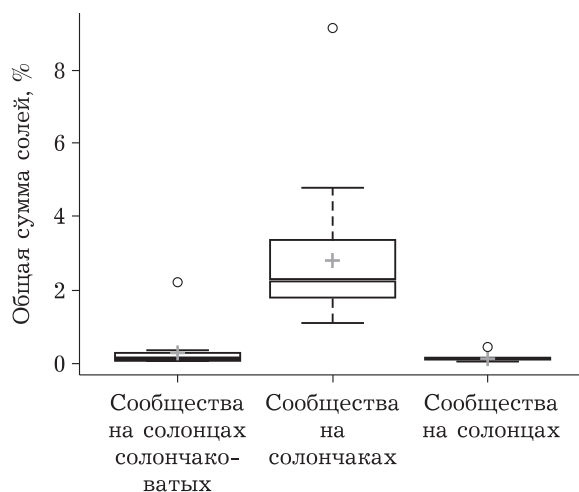


Рис. 6. Распределение сообществ галофитов на засоленных почвах по общей сумме солей. Высота “ящика” – межквартильный размах; вертикальные линии – 1,5 межквартильных размаха; горизонтальная линия – медиана; плюс (+) – среднее значение; круги – выбросы

произрастают ценозы формации древовидной солянки (*Salsola dendroides*) и петросимонии (*Petrosimonia oppositifolia*). Более широко распространены ценозы сантоникопольной (*Artemisia santonica*) формации. Они могут заходить на все типы засоленных почв. Самостоятельные сообщества образуют при засолении примерно от 0,20 до 0,355 %.

Солонцы менее засолены, чем солончаковатые солонцы. Общая сумма солей в них не превышает 0,2–0,3 %. Под чернополынниками (*Artemisia pauciflora*) она составляет примерно 0,2 %. При участии в сообществах других галофитов происходит ее увеличение. Под ценозами вострецово- (*Leymus ramosus*) формации общая сумма солей меньше 0,3 %, с участием в ценозах факультативных галофитов она вдвое меньше – 0,091–0,128 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Галофитная растительность играет важную роль в растительном покрове на западе Прикаспийской низменности. В ее распространении прослеживаются зональные изменения, которые проявляются в видовом и формационном составе. В степной зоне распространены сообщества галофитных полынных (*Artemisia pauciflora*, *Artemisia santonica*). Реже встречаются вострецовые (*Leymus ramosus*) и камфоросмовые (*Camphorosma monspeliaca*) ценозы.

В пустынной зоне сосредоточены сообщества многолетних (*Halocnemum strobilaceum*, *Salsola dendroides*) и однолетних (*Petrosimonia oppositifolia*, *Salicornia perennans*, *Suaeda salsa*) солянок.

Распространение тех или иных формаций галофитов зависит от общей суммы солей в почвах, в меньшей степени – от увлажнения почв, особенно в степной зоне. Результаты ординации подтверждают, что это наиболее значимые экологические факторы для галофитной растительности запада Прикаспийской низменности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-05-00688) и в рамках Государственного задания согласно тематическому плану Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН по теме лаборатории общей геоботаники “Разнообразие, динамика и принципы организации растительных сообществ Европейской России” ААА-А-19-119030690058-2.

ЛИТЕРАТУРА

- Агрометеорологический обзор по Республике Калмыкия за 2014–2015 сельскохозяйственный год. Калмыцкий республиканский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал ФГБУ “Северо-Кавказское УГМС”. 2015. 8 с.
- Акжигитова Н. И. Экологическая классификация галофитов // Ботан. журн. АН УзССР. 1981. № 10. С. 58–60.
- Акжигитова Н. И. Галофильная растительность Средней Азии и ее индикационные свойства. Ташкент: ФАН, 1982. 177 с.
- Атлас Калмыцкой АССР. М., 1974.
- Бакташева Н. М. Семейство маревые (*Chenopodiaceae* Vent.) во флоре Калмыкии // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов. Элиста, 2005. С. 10–12.
- Бакташева Н. М., Хулхачеев А. С., Хазыкова Н. Б. Анализ видового состава семейства маревых (*Chenopodiaceae* Vent.) флоры Калмыкии // Естеств. науки. 2017. № 4 (61). С. 22–27.
- Барсегян А. М. Солянковая и солончаковая растительность Араратской равнины // Тр. Ботан. ин-та АН АрССР. 1965. № 15. С. 5–65.
- Бембеева О. Г., Аюшева Е. Ч., Нураева А. Н. Чернополынные (*Artemisia pauciflora*) растительные сообщества на солонцах Сарпинской низменности // Сб. науч. тр. гос. природ. заповедника “Черные Земли”. 2013. Вып. 3. С. 37–42.
- Борликов Г. М., Бакинова Т. И., Зеленская Е. А. Почвенно-земельные ресурсы аридных территорий. Состояние, использование, оценка. Элиста: Изд-во Калмыц. гос. ун-та, 2009. 200 с.
- Боровский В. М., Успанов У. У., Шувалов С. А., Глазовский М. А., Евстигнеева Ю. Г. Почвы // Природные условия и естественные ресурсы СССР. М., 1969. 476 с.

- Вышивкин Д. Д. Исследование растительности для познания засоления почвообразующих пород на примере полуострова Мангышлак: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1959. 17 с.
- Гавинова А. Н., Джапова Р. Р. Флора и растительность автоморфных солонцов Сарпинской низменности на территории Калмыкии // Изв. Самарск. науч. центра РАН. 2015. № 5. С. 102–106.
- Горяев И. А. Галофитные полыньники на Прикаспийской низменности (в пределах Калмыкии) // Ботан. журн. 2019а. № 1. С. 93–106.
- Горяев И. А. Закономерности распространения галофитной растительности на Прикаспийской низменности // Ботан. журн. 2019б. № 7. С. 60–77.
- Келлер Б. А. Растительность засоленных почв СССР // Растительность СССР. М.; Л., 1940. С. 481–522.
- Коровин Е. П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Кн. 1. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1961. 452 с.
- Лавренко Е. М. Евразийская степная область // Геоботаническое районирование СССР. М.; Л., 1947. С. 95–110.
- Лавренко Е. М. Основные черты ботанической географии пустынь Евразии и Северной Африки. М.; Л., 1962. 156 с.
- Полевая геоботаника. М.; Л., 1964. Т. 3. 442 с.
- Сафронова И. Н. О полукустарничковом подтипе степного типа растительности // Тр. XIV Съезда Рус. ботан. о-ва и конф. “Ботаника в современном мире”. 2018. Т. 2. С. 129–131.
- Сафронова И. Н., Юрковская Т. К. Зональные закономерности растительного покрова равнин Европейской России и их отображение на карте // Ботан. журн. 2015. № 11. С. 1121–1141.
- Уланова С. С. Эколого-географическая оценка искусственных водоемов Калмыкии и экотонных систем “вода – суша” на их побережьях. М., 2010. 263 с.
- Фёдорова Н. Л. Ботаническое разнообразие Прикаспийских пустынь в пределах региона Черных земель // Вестн. Ин-та компл. исследований аридных территорий. 2011. № 11 (2). С. 108–116.
- Флора Нижнего Поволжья. М., 2018. Т. 2. 1083 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 495 с.
- Minchin P. R. An evaluation of relative robustness of techniques for ecological ordinations // Vegetatio. 1987. Vol. 69. P. 89–107.
- Oksanen Jari, Guillaume Blanchet F., Friendly Michael, Kindt Roeland, Legendre Pierre, McGlinn Dan, R. Minchin Peter, O'Hara R. B., L. Simpson Gavin, Solymos Peter, Henry M., Stevens H., Szoecs Eduard, Wagner Helene. *vegan*: Community Ecology Package. 2019. R package version 2.5–4. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. URL: <https://www.R-project.org/>

Halophytic vegetation on the west Caspian lowland

I. A. GORYAEV, A. P. KORABLEV

*Komarov Botanical Institute of RAS
197376, Saint-Petersburg, Professor Popov str., 2,
E-mail: goriaev.arslan@yandex.ru, akorablev@binran.ru*

Halophytic vegetation is typical for the west of the Caspian lowland. It is confined to solonetz and solonchaks, occupying a fairly large area in the region. The phytocenotic diversity of halophytic vegetation depends on environmental factors such as the total amount of salts in the soils, as well as on soil moisture. According to literature sources and our research, halophyte communities in the region belong to 21 formations, of which 9 are widely distributed (*Artemisieta pauciflorae*, *Artemisieta santonicae*, *Camphorosmeta monspeliacae*, *Leymeta ramosi*, *Halocnemeta strobilacei*, *Salsola dendroides*, *Salicornieta perennantis*, *Suaedeta salsae*, *Petrosimonieta oppositifoliae*). Communities of 12 formations are rare (*Anabaseta salsae*, *Halimioneta verruciferae*, *Kochieta prostratae*, *Limionieta suffruticosi*, *Salsola lariniae*, *Frankenieta hirsutae*, *Petrosimonieta triandrae*, *Petrosimonieta brachiatae*, *Climacoptereta crassae*, *Spirobassieta hirsutae*, *Salsola sodae*, *Puccinellieta distantis*). Some of these formations are located on the western or north-western border of their areas. In the steppe zone is dominated solonetz. Communities are associated with them euhalophytes dwarf semishrubs *Artemisia pauciflora*, *Artemisia santonica*, *Camphorosma monspeliaca* and rhizome cereals *Leymus ramosus* are common on solonetz. Solonchaks are not so common, they are marked with communities: *Salicornia perennans*, *Spirobassia hirsuta*, *Suaeda salsa*, *Petrosimonia oppositifolia*. In the desert zone, solonetz occupy small areas only in the north. Dominated by solonchaks, which are confined community hyperhalophytes dwarf semishrubs (*Halocnemum strobilaceum*, *Salsola dendroides*); and annuals saltworts (*Salicornia perennans*, *Suaeda salsa*, *Petrosimonia oppositifolia*). Halophytes communities are characteristic of fallows and pastures on light chestnut saline soils, along irrigation channels, pipelines, and around artesian wells.

Key words: Caspian lowland, steppe zone, desert zone, halophytic vegetation, solonetz, solonchaks, total amount of salts, formations.