Том 25 Номер 2 (79) Июнь 2019

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Журнал освещает фундаментальные исследования и результаты прикладных работ по проблемам аридных экосистем и борьбы с антропогенным опустыниванием в региональном и глобальном масштабах. Издается с 1995 года по решению Бюро Отделения общей биологии Российской академии наук.

МОСКВА: Товарищество научных изданий КМК



© Журнал основан в 1995 г.
Издается при поддержке
Прикаспийского института биологических ресурсов и
Института геологии Дагестанского научного центра Российской академии наук,
Института водных проблем Российской академии наук,
Товарищества научных изданий КМК
и содействии региональных отделений секции
"Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием"
Научного совета "Проблемы экологии биологических систем"
отделения биологических наук Российской академии наук.
Подписной индекс русской версии журнала 39775 в 1 томе каталога «Пресса России»

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) ELIBRARY.ru, в базу научной электронной библиотеки "КИБЕРЛЕНИНКА" CYBERLENINCA.ru, в базу данных Russian Science Citation Index, размещенную на платформе Web of Science, входит в число реферируемых журналов и Базы данных Scopus, ВИНИТИ, Google Scholar, AGRICOLA, EBSCO Discovery Service, OCLC, Summon by ProQues, включен в Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, переводится на английский и распространяется издательством Springer за пределами России.

Сведения о журнале ежегодно поступают в международную справочную систему «Ulrich's Periodicals Directory».

Информация о журнале, правила для авторов располагаются на сайте https://aridecosystems.ru/index.php/ru/; архив полнотекстовых статей по адресам: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8404&code=99990527, https://cyberleninka.ru/journal/n/aridnye-ekosistemy#/1009295

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК РАН ПРИКАСПИЙСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ РАН ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

СЕКЦИЯ "Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием" Научного совета по проблемам экологии биологических систем

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 25, № 2 (79), 2019, июнь

Журнал основан в январе 1995 г. Выходит 4 раза в год

<u>Главный редактор</u> доктор биологических наук, профессор 3.Г. Залибеков**

Заместитель главного редактора доктор географических наук Ж.В. Кузьмина*

Редакционная коллегия:

Б.Д. Абатуров, С.-В. Брекле (Германия), К.Б. Гонгальский, П.Д. Гунин, А. Джилили (Китай), Т.В. Дикарева, Л.А. Димеева (Казахстан), Т.Д. Зинченко, И.С. Зонн, К.Н. Кулик, Г.С. Куст, В.В. Неронов, К.З. Омаров, Л. Орловская (Израиль), Н.И. Рабаданов, А.А. Тишков, В.И. Черкашин, А.А. Чибилев, З.Ш. Шамсутдинов

Редакционный совет:

Д.Б. Асгерова, А.Б. Биарсланов, Э.А. Рустамов (Туркмения), Н.З. Шамсутдинов

<u>Ответственные за выпуск:</u> А.Б. Биарсланов, Д.Б. Асгерова

Адреса редакции:

*Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, ИВП РАН Телефон: (499) 135-70-41. Fax: (499) 135-54-15 E-mail: arid.journal@yandex.ru

**Россия, 367000, г. Махачкала, ул. Гаджиева, д. 45, ПИБР ДНЦ РАН Телефон: (872-2) 67-09-83 E-mail: bfdgu@mail.ru

Москва: Товарищество научных изданий КМК

СОДЕРЖАНИЕ

Том 25, номер 2 (79), 2019 июнь	
СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
Об использовании пресных подземных вод засушливых регионов мира в борьбе с опустыниванием земель 3.Г. Залибеков, С.А. Мамаев, А.Б. Биарсланов, Р.А. Магомедов, Д.Б. Асгерова, У.М. Галимова	3-12
О сейсмичности аридной зоны Северо-Восточного Кавказа <i>Ш.Г. Идармачев</i> , В.И. Черкашин, М.А. Мусаев, А.Ш. Идармачев	13-17
Меловые возвышенности Оренбургской области — уникальные местообитания редких видов растений и растительных сообществ $X.M.$ Голованов, $Л.M.$ Абрамова	18-26
ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ	
Современное состояние растительного Острова Возрождения (Узбекистан) $X.\Phi$. Шомуродов, Б.А. Адилов	27-34
Пространственная структура популяций <i>Prunus armeniaca</i> L. в аридных редколесьях внутригорного Дагестана 3.М. Асадулаев, Д.М. Анатов	35-42
Пастбищезащитные чёрносаксауловые полосы в среднеазиатской пустыне: средообразующая и продукционная функции Э.З. Шамсутдинова, Н.З. Шамсутдинов, И.О. Ибрагимов, В.Н. Нидюлин, З.Ш. Шамсутдинов	43-51
Концентрация, транслокация и баланс фосфора в травяных экосистемах полупустынных ландшафтов Северо-Западного Прикаспия Г.Н. Гасанов, Т.А. Асварова, К.М. Гаджиев, Р.Р. Баширов, З.Н. Ахмедова, А.С. Абдулаева, Ш.К. Салихов	52-58
О роли фенольных соединений в рациональном использовании виноградных ресурсов засушливых регионов 3.К. Бахмулаева, О.К. Власова, С.А. Магадова, Р.З. Гасанов	59-63
Состояние популяции тарбагана (<i>Marmota sibirica</i> Radde, 1862) в Даурском заповеднике и Федеральном заказнике «Долина Дзерена» Ю.А. Баженов	64-69
Об изменении оптических параметров растений в зависимости от степени засоленности почв засушливых территорий М.ХМ. Магомедова, М.Ю. Алиева, А.Т. Маммаев, Е.В. Пиняскина, А.В. Муртузова	70-75

ИСТОРИЯ НАУКИ

Научный вклад Игоря Сергеевича Зонна в разработку учения о пустыноведении и проблем использования водных ресурсов мира *М.З. Залибекова*76-79

= СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =

УДК 631.48: 504.06; 574.91

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНОВ МИРА В БОРЬБЕ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ ЗЕМЕЛЬ

© 2019 г. З.Г. Залибеков*, С.А. Мамаев*, А.Б. Биарсланов**, Р.А. Магомедов*, Д.Б. Асгерова**, У.М. Галимова***

*Институт геологии Дагестанского научного центра РАН Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, д. 75. E-mail: dangeogis@mail.ru

**Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: axa73@mail.ru

***Дагестанский государственный университет

Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 43а. E-mail: bfdgu@mail.ru

Поступила в редакцию 28.06. 2018. После доработки 17.10. 2018. Принята к публикации 14.12. 2018.

Разработаны теоретические основы и принципы использования пресных подземных вод (ППВ) и их роль в борьбе с опустыниванием и в освоении биологического потенциала засушливых земель. Выявлены преимущества ППВ по сравнению с поверхностными поливными водами: защищенность от загрязнения, испарения, охрана природных запасов и их естественная возобновляемость. Приведены площади аридных земель по континентам, различия в глубине залегания ППВ и параметры рекомендуемого вида капельного орошения на примере одного из аридных регионов Терско-Кумской артезианской низменности. Показано естественное возобновление и близкое по сравнению с условиями экваториальной Африки залегание к поверхности ППВ в дельтово-аллювиальных равнинах Евразии.

Ключевые слова: опустынивание, щелочность почв, подземные пресные воды, капельное орошение, устойчивость к засухе, диафрагменный способ, дельтовые равнины.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10048

Определяющим фактором комплекса мероприятий по борьбе с опустыниванием земель и устранения арилной деградации является разработка новых подходов накопления почвенной влаги мобилизацией неиспользуемых водных ресурсов. В решении этой проблемы важное значение имеет использование возобновляемых запасов ППВ с определением глубины залегания и степени эффективности использования. Актуальность, своевременность использования очевидно видна из количественной характеристики аридных земель мира, где подавляющая часть территории подвержена деградации и опустыниванию (Бабаев, 1989). К концу 20 века площади засушливых земель в мире расширились до 10 млн. квадратных километров пустыни. Расширенные площади деградированных засушливых земель показывают, что основные ареалы расположены в Северной Африке (до 60%), Евразии и на американском континенте. Значительная часть их в Евразии сосредоточена в дельтово-аллювиальных равнинах, где сформированы степные, пустынные и тропические почвы с характерными для них подземными водами. Стабильное накопление подземных вод наблюдается в центральной части Евроазиатского материка, давшее начало развитию огромной территории Прикаспийской, Приазовской, Приволжской равнин. По данным гидрогеологической съемки установлено, что с приближением к морской береговой линии уменьшаются глубина залегания ППВ и сокращаются периоды их самовосстановления. В береговой полосе дельтовых равнин глубина подземных вод уменьшается до 50-100 м, при удалении до 30-50 км от берега увеличивается до 400-600 м. В континентальных областях экваториальной Африки, Южной Австралии глубина залегания ППВ заметно увеличивается и достигает величину, на порядок превышающую показатели дельтово-аллювиальных равнин Евроазиатского материка. Из этого следует, что запасы ППВ в большей степени доступны и могут быть использованы в дельтовых равнинах аридного климатического пояса. Отмеченные различия в динамике и глубине ППВ и изменение глубины залегания по континентам подчеркивают перспективность междисциплинарных

исследований биосферных функций подземных вод и их значимость в определении будущего состояния аридных земель (Зонн, 1997; Залибеков, 2010).

Методы и объект исследования

Методы обработки материала и его интерпретация имеют междисциплинарный характер, охватываются показатели ППВ в региональном, федеральном и планетарном масштабах. Для оценки различий в глубине залегания ППВ, как определяющего фактора возможностей добычи воды, использованы материалы по южным районам России, странам экваториальной Африки, центральных районов Евразии и юга Австралии (Кунин, 1963). Относительно Терско-Кумского артезианского бассейна установлена глубина залегания в толще геологического (хазарского) яруса четвертичных отложений, в пределах 200-600 м. Современное состояние действующих скважин характеризуются бессистемной эксплуатацией при отсутствии научно-обоснованного подхода в потреблении воды и управлении (контроле) водного баланса. Самоизливающийся и бесконтрольный режим артезианских вод привел к прекращению их существования, а также развитию загрязнения, засоления. Ожидаемые результаты применения ППВ достигаются применением регулируемого способа полива и определением сроков и норм расхода воды (Залибеков, 2011).

По материалам инвентаризации выявлено, что действующие скважины составляют <10% от общего их количества (3500 единиц). Объем добываемой пресной воды в сохранившихся скважинах уменьшился до 40-50%.

Артезианские скважины делятся на группы: а) действующие, с сохранением 40-60% начального дебита, б) усыхающие, с сохранением <40%, в) исчерпавшие эксплуатационные возможности и полностью потерявшие ресурсы начального дебита.

Эксперименты по использованию действующих скважин размещены на светло-каштановых солонцеватых почвах (*Haplic kastanozem sodic*), ареалы которых занимают более 30% площадей почвенного покрова.

Одним из главных условий создания эффективной технологии применения ППВ в пустынных регионах является организация системы с особым режимом потребляемого объема поливной воды. Рекомендуется применять капельное орошение на отдельных участках, последовательно осваивая прилегающие массивы. Поливные нормы на 1 га не превышают 60-70 м³ воды. Это на порядок меньше принятых норм расхода поверхностных вод при поливе общепринятыми методами (Курбанов, 1969; Курбанов и др., 2009, Мамаев и др., 2009, 2018).

Результаты и обсуждение

Количественный анализ распространения аридных земель показывает развитие процессов деградации в дельтово-аллювиальных областях с формированием засоленных, солонцеватых и эродированных почв. ППВ дельтовых экосистем характеризуются межрегиональной (планетарной) циркуляцией их потоков, обусловленных морскими течениями в пределах толщи геологических слоев: хазарского, бакинского, апшеронского. До 48 % от общей площади суши (14.8 млрд. га) подвержены аридной деградации и опустыниванию (табл. 1), что подтверждает актуальность проблемы.

Таблица	1. Количественные п	токазатели расп	ространения а	ридных земель мира.
---------	---------------------	-----------------	---------------	---------------------

		Суша земл				
Показатели		В том числе де	Единица измерения			
	всего	1980 г.	2015 г.			
Занимаемая	14.8	7.8	8.7	MHOH FO		
площадь в мире	14.0	7.0	0.7	млрд. га		
Евразия	3.8	1.7	1.8	млрд. га		
Северная Америка	2.1	0.4	0.5	млрд. га		
Африка	4.2	1.4	1.9	млрд. га		
Австралия	2.2	2.1/25.4	2.4/27.1	млрд. га		
Россия	2.5	2.2	2.7	млрд. га		
Дагестан	5.08	2.1	2.2	млрд. га		

Преобладающая часть площадей, подверженных аридной деградации, функционирует в условиях высокой антропогенной нагрузки и расположена в дельтовых равнинах с почвами, обладающими биологической продуктивностью. Максимальная площадь земель, подверженных опустыниванию и аридной деградации, характерна Африканскому континенту, где прирост площадей пустынных земель за 1980-2015 гг. составляет 0.5 млрд. га. Деградационные процессы здесь развиваются при ведущей роли природных факторов: острый недостаток атмосферных осадков, стабильно высокая температура воздуха и периодически повторяющиеся длительные засухи. На Евроазиатском материке уменьшаются различия в площадях деградированных земель, где основным фактором деградации являются антропогенные воздействия (Керимханов, 1973; Мирзоев и др., 1975). Расширение площадей пустынных и полупустынных ландшафтов в Евразии составило 0.2 млрд. га, в России – 0.15 млрд. га. Это наиболее плодородные почвы дельтово-пойменных ландшафтов аридного пояса, где применение ППВ для их восстановления является востребованным мероприятием. В сложившейся ситуации применение ППВ и капельного орошения создает реальную основу организации полигонов «оазисного» типа, характерного засушливым регионам, где осуществляется рациональное использование ограниченного количества ресурсов поверхностных поливных вод. Применение этого способа может привести к коренным изменениям в структуре, составе, разнообразии и продуктивности аридных экосистем Прикаспийской, Приволжской, Приазовской низменностей (Добровольский, 2011).

В региональном плане для оценки состоянии аридных земель дельтово-аллювиальных равнин и степени обеспеченности влагой рассматриваются почвы Терско-Кумской низменности и дельты Терека (рис. 1).

В почвенном покрове региона преобладают светлокаштановые солонцеватые почвы (*Haplic kastanozem sodic*), являющиеся типичными представителями острозасушливых условий почвообразования. По данным лаборатории почвенных и растительных ресурсов ПИБР ДНЦ РАН обеспеченность вышеуказанной разности почв влагой в вегетационный период характеризуется влажностью почвы (в слое 0-50 см) в диапазоне ниже устойчивого завядания растений – продолжительностью более 5 месяцев. Главный природный фактор воздействия – климатические условия с острым дефицитом влаги, длительная атмосферная и почвенная засуха, высокие среднесуточные, среднемесячные температуры воздуха, достигающие более 30°С. В качестве общей особенности почвенного покрова выделяется подавляющее (до 90%) значение автоморфного типа почвообразования и производственная деятельность человека, осуществляемая в условиях острого дефицита поливной воды, представленной поверхностными и грунтовыми водами (Баламирзоев, 1997).

Важное значение в эффективном использовании ППВ имеет определение местоположения скважин, учитывающее глубину залегания водоносных пород, координаты которых определяются при гидрогеологической съемке. Глубина водоносных горизонтов в изучаемом регионе составляет 280-350 м. Изменение глубины в большей степени зависит от интенсивности водообмена и периодичности затопления приморской полосы в результате трансгрессий Каспия. Недооценка роли ППВ в борьбе с опустыниванием объясняется отсутствием опыта, традиций и квалификации населения засушливых регионов в использовании подземных вод для полива. Кроме того, выполнение работ по бурению скважин и приобретению необходимой техники для диафрагменного способа связано с дополнительными трудностями. Применение регулируемого способа использования действующей скважины на территории Кочубейской биосферной станции ПИБР ДНЦ РАН при поливах мелкодисперсным дождеванием показал высокую экономическую эффективность.

Для сравнительной оценки региональных особенностей ППВ и разрабатываемой технологии проанализировано использование ресурсов, связанных с материальными и финансовыми затратами по отдельным регионам. В пустынных ландшафтах Алжирской Сахары, Эфиопии ППВ залегают на глубине более 1000 м с большой продолжительностью периодов самовозобновления. Затраты, необходимые для бурения одной скважины, здесь на порядок выше чем в Терско-Кумской низменности. Полученные данные по Терско-Кумской низменности и материалы гидрогеологической съемки по другим регионам позволяют отметить, что фундаментальной основой освоения аридных земель и борьбы с опустыниванием является использование ППВ дельтово-аллювиальных областей.

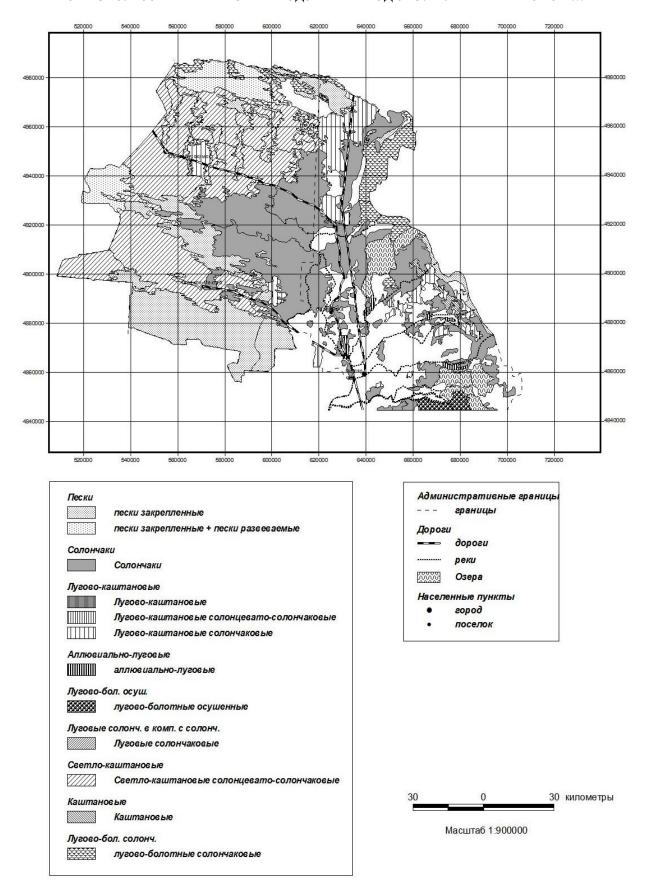


Рис. 1. Почвенная карта Терско-Кумской низменности и дельты Терека.

Повышение плодородия почв и формирование качественных изменений в структуре аридных территорий становится реальным при освоении новых источников ППВ. Определяющими свойствами ППВ являются: отсутствие загрязнения, устранение ирригационной эрозии, возобновляемость и стабильность водных ресурсов, необходимых для орошения. Важным экономическим показателем является быстрая окупаемость затрат, обусловленная высокой эффективностью разработки: во-первых, вовлечение в пашню целинных аридных почв, обладающих благоприятным соотношением питательных элементов, сформированных в процессе эволюционного развития; во-вторых, естественной возобновляемостью запасов ППВ за счет интенсивного водобмена. Разработанная система гарантирует стабильную рентабельность, обусловленную сменяемостью вовлеченных в процесс пастбищных земель целинными (в течение 2-3 лет) на участках площадью 50-100 га. При этом создается новая система смены: естественная растительность пастбищных земель ↔ выращиваемые культуры освоенных земель. Обширная территория полупустынных и пустынных ландшафтов позволяет осуществить планомерную смену освоенных почв новыми, обладающими высокой продуктивностью, в первые годы освоения.

Новая система смены формируется чередованием почв естественных сельскохозяйственными культурами продолжительностью не более 2-х лет. Высокое плодородие почв пастбищ с природной (естественной) растительностью проявляется в два сезона. В этой связи, в основу стратегического подхода использования ППВ лежит биологическая особенность плодородии почв аридных территорий – относительно быстрое снижение потенциала до уровня фонового содержания элементов пищи и доступных форм почвенной влаги. После 2-х летнего использования почв пастбищных угодий посевы культурных растений переносят на другие участки, где почвы (на примере светло-каштановых карбонатных) характеризующихся близкими показателями их плодородия. Такой подход сменяемости культур естественной растительностью применяется в ограниченных масштабах, основной причиной которого является недостаток площадей пригодных земель. В аридных территориях засушливого климатического пояса имеются большие резервы для применения ППВ.

Для оценки предлагаемого комплекса мероприятий приводится сравнительная характеристика качественных показателей подземных и поверхностных вод (табл. 2).

По данным гидрогеологической съемки ППВ на расстоянии 2 км от берега Каспийского моря залегают на глубине 150-200 м. Дальнейшее удаление вглубь материка приводит к увеличению высотных отметок поверхности земли и глубины залегания ППВ. При увеличении расстояния от морского берега в сторону суши зона накопления воды углубляется до 300-600 м с сохранением напора, дебита и качества. Важной особенностью напорных вод является вертикальная зональность в содержании химических элементов, вредных для растений солей (включая загрязнения), свойственных различным водоносным горизонтам. Уменьшение содержания солей и отсутствие загрязнителей (мышьяковистых) характерно в пределах глубин хазарского яруса, обусловленного интенсивностью водообмена и водопроницаемости пород.

Залегание ППВ и водоносных горизонтов в определенной глубине гарантирует возобновление, сохранение в экологически чистом состоянии. Орошение обычными способами поверхностных вод (речных, дождевых) защищает от загрязнения 60-70% потребляемого объема. Эффективность применения ППВ в борьбе с опустыниванием зависит также от технологии поливов и степени влияния источников питания на восстановление их запасов. Естественные запасы ППВ в Прикаспийской низменности относятся к категории, где возобновление имеет стабильное равновесие в процессах накопления и потребления. У поверхностных поливных вод отсутствуют необходимые запасы, и наступает дефицит влаги в вегетационный период, когда насыщенность влагой уменьшается до величины устойчивого завядания растений.

Стабильность запасов напорных вод обеспечивается заполненными водоносными горизонтами, ограниченной водонепроницаемой подошвой у основания и водонепроницаемой кровли сверху, защищающей от миграции вод (Богомолов, 1975; Плотников, 1959). Значительная величина напора формируется разностью абсолютных высот области питания, где вода накапливается в чашеобразной (мульдеобразной) форме подземного пространства. Напорные водоносные горизонты, связанные с геологическими породами различного возраста, имеющими этажное расположение, контролируются параметрами артезианских скважин.

Таблица	2.	Сравнительная	оценка	подземных	пресных	И	поливных	(поверхностных)	вод,
рекоменд	уемі	ых для орошения	почв Тер	ско-Кумской	низменно	сти	•		

0	E	Типы потребля	немой воды	
Определяющие параметры	Единицы измерения	Пресные подземные	Поверхностные поливные	Примечание
Глубина залегания	M	200-800	-	-
Защищенность от загрязнения	%	98-100	60-70	
Способ применения	Технология	Дождевание, капельное орошение	Напуск по полосам	Для надземных вод
Запасы	M ³	Не ограничены	Отсутствуют	
Стабильность	циклы	Полувековые, вековые	Отсутствуют	
Источники питания	Препажни не потоки		Речные воды, атмосферные осадки	
Экологическое состояние	Стандартная	Гарантированная	Условная	
Стоимость бурения 1 скважины	млн. руб.	3-4	-	Для данного региона
Затраты	руб./га	300-400	200-300	Денежные средства
На 1 га полива	м ³ /га	40-50	400-500	Воды
Испарение	%	<1	10-25	
Ирригационная эрозия	%	<1	10-20	На единицу площади
Окупаемость затрат	годы	3-4	_	В данном регионе
Продолжительность функционирования природных показателей плодородия	годы	3-4	_	Рекомендована ротация

На территории артезианского бассейна области напора и питания обладают высокой активностью. Вследствие этого распространение напорных водоносных горизонтов и миграция воды в восходящем направлении региональной особенностью (Курбанов, 2003). Используя общую схему артезианского бассейна и результаты исследований по динамике накопления ППВ (Курбанов и др., 2009), составлена схема Терско-Кумского артезианского бассейна с мульдеобразным залеганием водоносных горизонтов. Напорные слои здесь имеют более 200 км протяженности с отметками в областях питания 600-800 м, в областях разгрузки 200-300 м. В Терско-Кумской низменности выделяются несколько напорных водоносных горизонтов (рис. 2).

Они залегают слабонаклонной на северо-восток плоскостью, направленной к источникам питания. Основными источниками питания являются Каспийской море и речные системы Терека и Кумы. Области питания (а) и разгрузки (в) располагаются поблизости, тогда как область распространения напора (б) — в удаленных на определенное расстояние участках с низкими отметками (рис. 2а, б, в,). Такая структура бассейна характерна регионам Прикаспийской низменности, где платформенная поверхность способствует образованию стабильно функционирующих водоносных горизонтов. Напорные воды характеризуются чередованием процессов засоления слабой, средней степени, укладывающихся в диапазоне концентрации вредных солей, рекомендуемом для орошения.

В условиях рассматриваемого региона наиболее перспективным является нормированное

потребление ППВ методом капельного орошения, где сухой остаток солей менее 3 г/л. Увлажнительный эффект при применении капельного орошения исключает развитие процессов засоления в корнеобитаемом слое почвы, так как солевыносливые растения (люцерна степная, амаранта круентус) поглощают корневой системой соли, содержащие в почве (Солдатов, 1964; Михайлов, 1982). При нормированном капельном поливе исключаются процессы вторичного засоления почв, потери гумуса и питательных веществ. Это явление, характерное засушливым регионам, выступает в качестве одного из ведущих показателей будущего состояния аридных земель (Виноградов, 1996). Важным обстоятельством оценки степени влияния полива на ППВ на почвы — начало формирования нового направления — эволюция почвенного покрова под влиянием подземных вол.

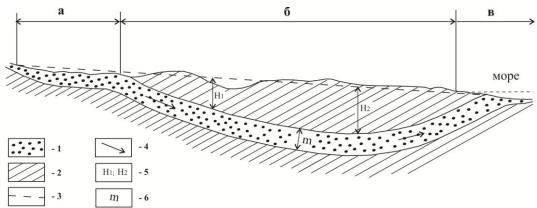


Рис. 2. Схема артезианского бассейна при мульдеобразном залегании пород. *Условные обозначения:* 1 – водоносный горизонт, 2 – водоупорные породы, 3 – пьезометрический уровень напорных вод, 4 – направление движения подземных вод, 5 – величина напора, 6 – мощность водоносного горизонта.

Мульдеобразная структура залегания водоносных геологических горизонтов и самовозобновляемость ППВ в пределах относительно небольших глубин, характерные для Терско-Кумского артезианского бассейна, создают условия для мобилизации биологических ресурсов опустыненных земель при существующей организационной системе. Региональные особенности формирования подземных пресных вод и их динамика в Прикаспийской низменности свидетельствуют о наличии новых перспективных видов неиспользуемых водных ресурсов в борьбе с опустыниванием засушливых земель. Кроме того, региональные особенности строения литосферы, гидросферы дельтовых областей указывают на экологическую, экономическую обоснованность проводимых исследований, способствуя освоению природного потенциала почв и растительности.

По данным лаборатории почвенных и растительных ресурсов Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН рассоляющее, увлажняющее действие капельного орошения способствует поглощению, выносу возделываемыми популяциями растений вредных солей при величине сухого остатка их 0.3-0.5%. Постепенное рассоление корнеобитаемого слоя систематически проводимыми поливами обуславливается стабильностью, возобновляемостью потребляемого объема воды и диафрагменной (нормированной) ее подачей при поливах. Уровень обеспеченности почвы влагой при этом и ее динамика поддерживается выше диапазона завядания растений. Одним из важных показателей подземных вод является отсутствие процессов испарения. Глубинное расположение, отсутствие капиллярного подъема и миграция воды в естественных условиях функционирования водоносных горизонтов исключают потери на испарение. Поверхностные поливные воды (атмосферные осадки, речные, морские, грунтовые) в регионах Прикаспийской низменности подвергаются физическому испарению, а также транспирации растительностью; в результате теряется до 30% их запасов. Особенно важно учесть потерю на физическое испарение с поверхности орошаемых земель, где пересыхание почвы нередко приводит к потере доступной почвенной влаги, развитию солончакового процесса. Показатели ППВ и их динамика в дельтовоаллювиальных равнинах аридных территорий выдвигают в разряд первостепенной важности в борьбе с опустыниванием земель и получении экологически чистой продукции. Параметры возобновления потребляемой для орошения объема ППВ различаются по типам, характеризующим распространение в пространстве, глубине залегания водоносных горизонтов и продолжительности периодов пополнения запасов (табл. 3).

Выделенные типы имеют условный характер, основными критериями которых являются значимость акваторий, оказывающих влияние на накопление и водообмен между гидросферой и литосферой. Континентальный тип формируется в условиях, где влияние мирового океана сведено к минимуму — регионы экваториальной Африки, Австралии, где выявлена максимальная глубина ППВ (более 2 км). Океанический тип имеет связи и обуславливается влиянием мирового океана и морей. Озерно-морской смешанный тип объединяет внутренние водоемы, озера и речные системы, где уровень залегания ППВ заметно уменьшается (0.3-0.8 км) и значительно сокращается продолжительность времени, необходимого для пополнения потребляемых запасов.

Таблица 3. Параметры возобновления потребляемой части запасов артезианских вод по континентам, M^3

Континенты, регионы	Типы геологического круговорота воды	Глубина залегания, км	Время необходимое для пополнения запасов воды
Африка, регион северная Сахара	Континентальный	1.0-1.5	6-12 месяцев
Центральная Индия	Океанический	0.6-1.0	4-6 месяцев
Южная Африка, Эфиопия, Судан	Континентальный	1.5-1.8	6-8 месяцев
Причерноморская низменность Краснодарский край, РФ	Океанический	0.3-0.8	По мере потребления
Терско-Кумская низменность, Республика Дагестан, РФ	Морской	0.3-0.6	То же
Приморская низменность, Казахстан	Морской	0.3-0.8	То же

В целом можно отметить, что чем ближе земельный участок к морским и океаническим областям, тем меньше глубина их залегания и продолжительность периодов возобновления. В регионах, относящихся к морским и океаническим типам круговорота (Прикаспийская низменность, Приаралье, Приазовье), глубина ППВ значительно уменьшается (Салманов, 1956). В Терско-Кумской низменности круговорот воды характеризуется ресурсами, значительно превышающими других регионов. Потенциал их формируется:

- а) формированием благоприятных условий питания, водосбора и выхода на уровень поверхностных горизонтов;
 - б) мульдеобразной формой залегания водоносных горизонтов;
- в) разгрузкой их под действием силы напора с последующим возобновлением потребляемой для орошения объема ППВ;
- г) высокой энергией напорных слоев между областями питания и разгрузки (Богомолов, 1975; Толстихин, 1972).

Применение капельного орошения в комплексе мероприятий отмечается высокой экономической эффективностью. На первом этапе рекомендуется применять его на небольших площадях (50-100 га), позволяющих создать производственный полигон «оазисного» типа с регулируемой нормой для полива. Поливы в течение вегетации проводятся при уменьшении влажности почвы до показателей устойчивого завядания растений. Оптимальным считается содержание влаги в корнеобитаемом слое почвы в пределах 25-35% от полной полевой влагоемкости. При этом для орошения используется чистая незагрязненная вода, отвечающая требованиям к качеству поливных норм, необходимых для выращивания экологически чистой растительной продукции. Кроме того, для капельного орошения 1 га затрачивается объем воды (60-70 м³), что на порядок меньше производимых затрат при поливе поверхностными водами. Освоение целинных бурых полупустынных, светло-каштановых карбонатных и лугово-каштановых почв, плодородие которых сформировалось в течение длительного эволюционного развития, раскрывает потенциал, способный продуцировать биомассу в первые два года освоения до высоких показателей.

Для вовлечения в сферу применения ППВ пригодны до 60% территории Прикаспийской низменности, что составляет более 20 млн. га земель. Если экстраполировать для занимаемых площадей почвы дельтово-аллювиальных равнин аридного пояса, то площади рассматриваемых почв достигают значительных размеров — 80-100 млн. га. Выявленные экономические преимущества научных разработок становятся реальными при применении ППВ с естественной возобновляемостью, являющейся основой борьбы с опустыниванием земель в засушливых регионах мира.

Выводы

Применение традиционных методов и технологий не меняет существующего положения, а в отдельных случаях ухудшает и приводит к развитию деградационных процессов. Возникла необходимость в разработке новых подходов и приемов, направленных на выявление неиспользуемых ресурсов и разработку научных, прикладных основ их использования.

- 1. Разработаны новые подходы, методы улучшения влагообеспеченности почв мобилизацией ресурсов ППВ, обладающих важным свойством естественной возобновляемостью запасов. Установлено, что расширение площадей деградированных засушливых земель происходит в большинстве регионов мира, где напорные подземные воды с большими запасами залегают в пределах глубин 200-600 м.
- 2. В регионах Прикаспийской, Приаральской, Приволжской низменностей с приближением к морской береговой линии закономерно уменьшается глубина залегания ППВ. В континентальных областях Африки, Австралии, удаленных от морских, океанических акваторий, глубина их залегания примерно на порядок больше по сравнению с показателями дельтово-аллювиальных равнин. Представляется возможность определения экологической и экономической эффективности использования ППВ в борьбе с опустыниванием земель в регионах экваториального пояса.
- 3. ППВ дельтовых равнин обладают высокими качественными показателями, отличающими их от поверхностных поливных вод: гарантией сохранения запасов, защищенностью от загрязнения, испарения и отсутствием признаков, способствующих развитию ирригационной эрозии. Оптимальный объем потребляемого количества воды для полива на единицу площади значительно меньше по сравнению с принятыми нормами полива поверхностными водами.
- 4. В вертикальном распределении химического состава ППВ дельтово-аллювиальных равнин выявлено содержание загрязнителей мышьяковистых соединений, в одном из ярусов четвертичных отложений: хазарского, бакинского, апшеронского. Для рассматриваемого региона, одного из типичных для дельтовых равнин Терско-Кумской низменности, ППВ накапливаются в хазарском ярусе в экологически чистом составе. Возникла необходимость в учете и определении региональных особенностей ППВ с применением материалов гидрогеологической съемки в качестве программных мероприятий по борьбе с опустыниванием почв.
- 5. Применение ППВ в опытном полигоне привело к увеличению мощности гумусового горизонта светло-каштановой карбонатной почвы, валового содержания гумуса и степени увлажнения корнеобитаемого слоя (0-50 см). Появляются новые признаки почвообразования: увеличение диапазона колебания щелочности гумусового слоя, водопроницаемости и значительное углубление корневой системы возделываемых растений. Получены данные об изменении в соотношении надземной фитомассы в общей ее структуре; значительное превышение синтезируемой биомассы по сравнению с величиной отчуждаемой части фитомассы.
- 6. Выделенные типы круговорота воды в почвенных процессах дельтовых равнин способствуют формированию областей питания, водосбора и выхода на уровень поверхностных слоев. К разгрузке водоносных горизонтов способствует корневая система растений, являющихся потребителями почвенной влаги. Высокая эффективность использования потребляемой воды обеспечивается применением капельного орошения диафрагменного способа подачи воды и созданием «оазисного» типа производственных полигонов. Поэтапное расширение площадей применения ППВ и новых методов борьбы с опустыниванием послужат основой перехода к интенсивной системе улучшения аридных земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаев А.Г. 1989. Историко-географический анализ динамики пустынных экосистем // Проблемы освоения

пустынь. № 5. С. 18-25.

Богомолов Г.В. 1975. Гидрогеология с основами инженерной геологии. М.: «Высшая школа». 320 с.

Виноградов Б.В. 1996. Исследование индикаторов при мониторинге опустынивания Юга России // Аридные экосистемы. Т. 2. № 2. С. 38-47.

Баламирзоев М.А. 1997. Качественная оценка почв Прикаспийской низменности // Экологические проблемы Прикаспийской низменности. Вып. III. Махачкала. С. 35-49.

Добровольский Γ .В. 2011. Роль и значение почвы в становлении и эволюции жизни на Земле. 2011. М: Издательство «КМК». С. 7-15.

Залибеков З.Г. 2010. Почвы Дагестана. Наука. 248 с.

Залибеков 3.Г. 2011. Аридные земли мира и их динамика в условиях современного климатического потепления // Аридные экосистемы. Т. 17, № 1. С. 1-14.

30нн И.С. 1997. Конференция ООН «Проблемы опустынивания 20 лет спустя» // Аридные экосистемы. Т. 3. № 4. С. 12-20.

Керимханов С.У. 1973. О влиянии экспозиции склонов на размещение почв в горном Дагестане // Почвоведение. № 2. С. 3-10.

Курбанов М.К. 1969. Северо-дагестанский артезианский бассейн. Махачкала: Дагестанское книжное издательство. 92 с.

Курбанов М.К., Мамаев С.А., Базманова П.М., Мамаева А.С. Ресурсы и современные проблемы загрязнения и рационального использования подземных вод Северо-Дагестанского артезианского бассейна // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. г. Махачкала, "Алеф" (ИП Овчинников М.А.) 2009. № 55. С. 36-41.

Кунин В.Н. 1963. Линзы пресных вод пустыни. Изд. АН СССР. 88 с.

Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Разработка трехмерных компьютерных моделей геологических объектов // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала: "Алеф" (ИП Овчинников М.А.) 2009. № 55. С. 73-75.

Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Сулейманов В.К., Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Абдулганиева Т.И., Мамаев А.С. 2018. Гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала: "Алеф". № 2 (73). С. 62-71.

Мирзоев Э.М-Р., Гаджиев И.Ш., Магомедов З.М. 1975. О теоретических основах борьбы с опустыниванием в аридных регионах // Экологические проблемы Прикаспийской низменности. Вып. III. С. 11-16.

Плотников Н.А. 1959. Оценка запасов подземных вод. М.: Госгеотехиздат. 112 с.

Михайлов Л.Е. 1982. Грунтовые воды. Ленинград. 40 с.

Салманов А.Б. 1956. Об основных направлениях биологических исследований в Дагестане // Труды отдела биологии Дагестанского филиала АН СССР. Вып І. С. 5-12.

Солдатов А.С. 1964. Перспективы рассеяния почв Терско-Сулакской низменности Дагестана. Махачкала. 116 с. Толстихин Н.И. 1972. Классификация подземных вод // Труды Ленинградского Горного института. Вып. 2. С. 48-60.

= СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =

УДК 631.46: 550.334

О СЕЙСМИЧНОСТИ АРИДНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

© 2019 г. Ш.Г. Идармачев, В.И. Черкашин, М.А. Мусаев, А.Ш. Идармачев

Институт геологии Дагестанского научного центра PAH E-mail: idarmachev@yandex.ru

Поступила в редакцию 11.04. 2017. После доработки 22.10. 2017. Принята к публикации 04.07. 2018.

Впервые исследована связь распределения эпицентров сильных землетрясений с аридными зонами на территории Северо-Восточного Кавказа. Северная часть аридной зоны, расположенная на территории Скифско-Туранской платформы, характеризуется асейсмичностью, землетрясения располагаются южнее границы аридной зоны. Узкая часть прибрежной аридной зоны совпадает с расположением глубинных разломов: Срединный и Прибрежный, тектоническая активность которых характеризуется возникновением очагов сильных землетрясений.

Ключевые слова: сейсмичность, очаг землетрясения, магнитуда землетрясения, каталог землетрясения, эпицентр землетрясения, аридные зоны, ландшафт, активные разломы.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10049

Экологическое состояние аридных экосистем в значительной мере связано с плотностью населения, его демографической структурой, урбанизацией, интенсивностью ведения хозяйства, степенью антропогенизации и трансформации геосистем.

Не менее важной особенностью указанного процесса является строительство крупных водохранилищ, нефтегазодобывающих комплексов, создающих большие зоны обводнения геосистем, депрессионные зоны, связанные с откачкой нефти и газа, очаги загрязнения ландшафтов (Корпачев, 1997; Ализаде и др., 2015).

Процесс трансформации экологического состояния аридных экосистем может происходить под влиянием как экзогенных факторов, так и эндогенных процессов.

Процессы в земной коре также могут оказывать влияние на экосистемы. Например, горообразование, вулканы и процессы, связанные с динамикой подземных вод и газов. Активные разломы, связанные с растяжением земной коры, увеличивают вертикальную миграцию жидкости и газов, влияющих в свою очередь на почвенно-растительный покров. Исследователи, занимающиеся изучением активных разломов, неоднократно обращали внимание на роль землетрясений, активизирующих проявление ряда экзогенных процессов, влияющих на объекты живой природы.

Сильные землетрясения в основном происходят в зонах тектонических движений. Как правило, в этих зонах наиболее интенсивно происходят деформационные процессы сжатия-растяжения земной коры, увеличивая ее проницаемость для вертикальной миграции жидкости и газов. Они в свою очередь могут оказывать влияние на почвенно-растительный покров (Гасанова, 2017; Касьянова, 1986; Чередниченко, 1985). Например, сопоставление обзорных карт почв, тектоники, геоморфологии Северо-Восточного Кавказа показало соответствие субширотной ориентации автоморфных солонцовых комплексов общему направлению геологических прогибов и разломов. Поэтому в настоящей работе сделана попытка определить связь между пространственным распределением землетрясений и аридной зоной Северо-Восточного Кавказа.

Объект и метод исследований

Северный Кавказ является самым сейсмически активным районом в европейской части России. Как в историческом прошлом, так и в последние годы здесь произошли многочисленные сильные и разрушительные землетрясения (Арефьев, 2003; Шебалин, 1997; Шебалин и др., 1971, New catalog of strong ..., 1982). Имеются данные о 15 сильнейших землетрясениях с магнитудой М>5, произошедших на исследуемой территории (табл. 1; магнитуда землетрясения — величина,

1970

1974

1975

43.0

42.86

43.10

характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении в виде сейсмических волн). Очаги большинства из них располагались в зонах простирания глубинных разломов Срединный, Владикавказский и Прибрежный (рис. 1). Ниже приведена карта эпицентров этих землетрясений (рис. 1), составленная автором работы (Арефьев, 2003).

Год	Широта, °N	Долгота, °Е	Магнитуда, М	Глубина очага, км
650	42.6	47.7	6.1	20
1742	43.1	46.7	5.2	15
1785	43.1	46.3	5.5	15
1830	43.0	47.0	6.3	15
1844	42.5	46.7	5.3	15
1863	43.0	47.1	5.0	16
1889	42.5	48.0	6.1	42
1909	42.4	48.0	5.8	40
1950	43.32	46.1	5.0	20
1958	43.18	47.77	5.5	5
1970	42.99	47.12	5.2	17

47.1

46.79

47.09

6.6

5.0

5.2

Таблица 1. Список 15 известных сильнейших землетрясений, произошедших на исследуемой территории

землетрясение 14 мая 1970 Γ. было сильнейшим инструментально Дагестанское зарегистрированным землетрясением Кавказа с магнитудой М=6.6 и интенсивностью в эпицентральной зоне до 9 баллов по шкале MSK. Длина разрыва в очаге составила 15-18 км. Очаг землетрясения располагался в области крутого рельефа границ Мохоровичича и Конрада (условные границы в земной коре, при переходе через которые плотность вещества, а вместе с ней и скорости сейсмических волн скачком меняются). Наклон границы Конрада в районе очага достигает 11° (Шебалин, 1997). По данным глубинного сейсмического зондирования очаг лежит в районе крупных нарушений земной коры, там, где прослеживаются заметные нарушения всех глубинных границ, в том числе на глубине 35-40 км, 50-55 км и 70 км. Очаг также приурочен к зоне высоких градиентов магнитной и гравитационной аномалий земной коры. Все эти факты позволяют предположить высокую активность эндогенных процессов, тектонических движений, которые способствующих вертикальной миграции земных флюидов. Последствия землетрясения сказались на состоянии разрушении хозяйственных экосистем объектов, дорог структуры наземных сельскохозяйственных угодий.

Ранее сейсмичность территории Северо-Восточного Кавказа для периода 1960-2005 гг. была исследована авторами (Идармачев и др., 2010) для двух различных каталогов: региональной Геофизической службы (ГС) РАН (Общий каталог ..., 2007) и Северной Евразии (СЕ; Каталог Северной Евразии ..., 1993), дополненный данными из каталога NEIS до 2006 г.

Анализ данных показал, что, несмотря на существенную разницу в числе сейсмических событий, в каждом из рассмотренных каталогов (ГС РАН с 1960 по 2005 гг. содержит 11965 событий, СЕ − 427), основные особенности пространственного распределения эпицентров весьма стабильны. Это дает возможность сравнивать данные землетрясений, начиная с нижнего предела магнитуды М≥4.0, с целью уточнения их параметров в частности координат эпицентров.

Сравнение параметров сейсмичности по двум различным каталогам показало явное преимущество каталога Γ С РАН. Поэтому для анализа использовались данные каталога Γ С РАН за период 1971-2015 гг., когда на территории Дагестана работала региональная сеть сейсмических станций, созданная после катастрофического землетрясения 14 мая 1970 г.

12

10

12

Выбранный для исследования район Северо-Восточного Кавказа с сопредельными территориями ограничен координатами 41.15-44.00° с.ш. и 45.00-49.00° в.д. Всего на этой территории за рассматриваемый период было зарегистрировано 173 сильных землетрясений с магнитудой М≥4.5. Распределение эпицентров землетрясений показывает определенную закономерность: сейсмическую активность в переходной зоне от кустарниковых лугостепей к полупустынным ландшафтам равнинного Дагестана (рис. 2).

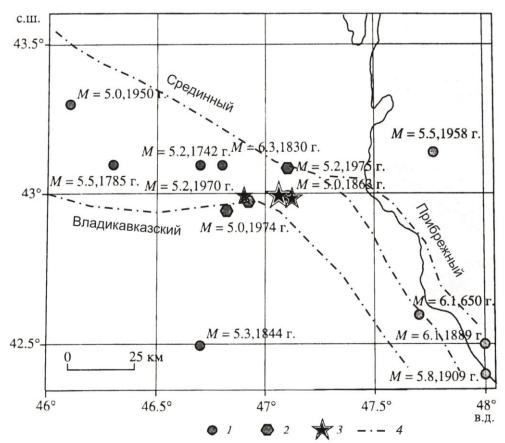


Рис. 1. Карта эпицентров сильнейших землетрясений известных с исторических времен района Северо-Восточного Кавказа (Арефьев, 2003). *Условные обозначения*: 1 – землетрясения, происшедшие до 1970 г.; 2 – землетрясения – после 1970 г.; 3 – главный толчок (М=6.6), форшок (М=5.7) и афтершок (М=5.5) сильнейшего на Северо-Восточном Кавказе землетрясения 1970 г.; 4 – разломные зоны по работе В.И. Черкашина с соавторами (2012).

Обсуждение результатов

Аридная территория, занимающая равнинную зону, включая приморскую полосу западной части Каспия, отмечена на приведенной выше карте (рис. 2). Данная граница совпадает с разломами глубинного заложения, простирающиеся вдоль берега Каспийского моря, которые затем поворачивают на Запад параллельно Главному Кавказскому хребту (Черкашин и др., 2012). В Терско-Каспийском прогибе развитие интенсивных отрицательных вертикальных движений приводит к погружению территории и развитию обширных тектонических депрессий. Согласно результатам исследований (Касьянова, 1986) к зонам повышенной трещиноватости и разрывным нарушениям оказываются приуроченными участки максимальных скоплений карстово-суффозных образований. По интенсивности их развития можно судить о степени активности разломов на новейшем этапе развития Терско-Кумской низменности.

Сейсмоактивный район Северо-Восточного Кавказа расположен между Главным Кавказским хребтом и Прикаспийской полупустыней. Северная часть аридной зоны асейсмична. Природа такого совпадения границ аридной зоны и сейсмической активности Северо-Восточного Кавказа пока не ясна. Возможно, это связано с происходящими здесь геодинамическими процессами. Тектонические

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

процессы на Кавказе находятся в тесной связи с окружающими его субблоками земной коры, такими как Иранский, Анатолийский, Копетдагский и др.

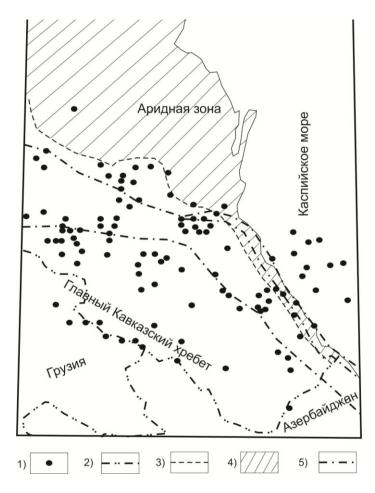


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений магнитудой М≥4.5 за период 1971-2015 гг. Условные обозначения: 1 — эпицентр землетрясения, 2 — государственная граница, 3 — граница аридной зоны, 4 — территория аридной зоны, 5 — глубинные разломы.

Согласно модели тектонических движений плит (Philip et al., 1989; Rebai et al., 1993) Аравийская плита, двигаясь на Северо-Восток, оказывает давление на Анатолийскую и Иранскую плиты, при этом Северный Иран и Закавказье перемещаются на Северо-Восток со средней скоростью 15-20 мм/год. Восточный Кавказ и южная часть бассейна Каспийского моря также испытывают последствия такого движения плит, при этом оказываются зажатыми между обширной Скифско-Туранской платформой с севера и Закавказьем, Ираном с юга. Согласно данной модели аридная зона совпадает с территорией Скифско-Туранской платформы, которая является асейсмичной. Возможно такая интерпретация позволяет объяснить асейсмичность аридной зоны Северо-Восточного Кавказа.

Выводы

В настоящей работе впервые рассмотрена сейсмичность аридных зон на примере Северного Кавказа.

Северная часть аридной зоны Северо-Восточного Кавказа характеризуется асейсмичностью и расположена в основном на территории Скифско-Туранской платформы.

Узкая часть прибрежной аридной зоны совпадает с расположением глубинных разломов (Срединный и Прибрежный), тектоническая активность которых определяется возникновением очагов сильных землетрясений,

Для статистически обоснованных выводов о связи аридных зон с сейсмичностью необходимо более масштабное исследование данного вопроса на других территориях с аридными зонами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ализаде Э.К., Рустамов Г.Э., Керимова Э.Д. 2015. Экохимические особенности современного ландшафта Абшеронского полуострова: Монография. Баку. 245 с.

Арефьев С.С. 2003. Эпицентральные сейсмологические исследования. М.: ИКЦ Академкнига. 347 с.

Гасанова 3.У. 2017. Тектонический, геоморфологический и климатический факторы формирования солонцов – солончаков Северного Дагестана // Вестник Дагестанского научного Центра РАН. № 65. С.106-109.

Идармачев Ш.Г., Арефьев С.С., Идармачев А.Ш. 2010. Сейсмичность территории Дагестана за период 1960-2005 гг. // Мониторинг природных катастроф. Махачкала: Эпоха. С. 12-19.

Каталог Северной Евразии с древнейших времен до 1990 г. М.: Наука. 1993. 519 с.

Касьянова Н.А. 1986. Изучение разломной тектоники Терско-Кумской низменности по проявлениям карстовосуфозного процесса // Геоморфология. № 2. С. 57-59.

Корпачев В.И. 1997. Некоторые проблемы взаимодействия крупных водохранилищ с окружающей природной средой // Труды Красноярской государственной технологической академии. Красноярск. С. 76-81.

Общий каталог землетрясений территории Дагестана. Махачкала: Эпоха. 2007. 393 с.

Чередниченко В.П. 1985. Роль тектонического фактора в происхождении крупных форм эолового рельефа Каракумов // Геоморфология. № 2. С. 104-107.

Черкашин В.И., Сабанаев К.А., Гаврилов Ю.О. 2012. Тектоническая карта Дагестана. Махачкала.: Изд. "Aleph". 129 с.

Шебалин Н.В. 1997. Сильные землетрясения. М.: Академия горных наук. 541 с.

Шебалин Н.В., Магомедов А.М., Шолпо В.Н. 1971. Землетрясение в Дагестане // Земля и Вселенная. № 1. С. 4-19.

New catalog of strong earthquakes in the USSR from ancient times through 1977. 1982. / Eds. N.V. Kondorskaya, N.V. Shebalin. World Data Center A for Solid Earth Geophysics. Report SE-31. NOAA, Boulder. Colorado. USA. 608 p.

Philip H., Cisternas A., Gvishiani A., Gorshkov A. The Caucasus an actual example of the initial stages of continental collision // Tectonophysics. 1989. Vol. 161. P. 1-21.

Rebai S., Philip H., Dorbath L. 1993. Active tectonics in the lesser Caucasus: coexistence of compressive and extensional structures // Tectonics. Vol. 12. N. 5. P. 1089-1114.

= СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =

УДК 581.9

МЕЛОВЫЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ – УНИКАЛЬНЫЕ МЕСТООБИТАНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ 1

© 2019 г. Я.М. Голованов, Л.М. Абрамова

Южно-Уральский Ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН Россия Федерация, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева 195/3. E-mail: abramova.lm@mail.ru

Поступила в редакцию 18.09.2017. После доработки 11.02.2018 принята к опубликованию 20.09.2018.

В период с 2014 по 2017 гг. проведены флористические, геоботанические и популяционнобиологические исследования на 9 меловых возвышенностях степной зоны Оренбургской области, характеризующихся высокой специфичностью и долей редких и эндемичных видов. Флористические исследования проводились широко распространенным маршрутным методом. Оценка природоохранной значимости дана по 8 показателям, принятым в фитоценотических работах (флористическая и фитоценотическая значимость, распространение, естественность, сокращение площади, восстанавливаемость, категория охраны, охваченность охраной). На исследованных массивах выявлено 40 видов, занесенных в Красные книги различного ранга и 15 эндемиков. Наибольшее число редких видов растений отмечено для Верхнечибендинских и Троицких меловых гор (по 26 видов), которые являются наибольшими по плошали и слабо нарушенными эталонными меловыми массивами области. Высокая концентрация редких видов растений наблюдается в солянковиднополынных (24 вида) и пустынножитняковых сообществах (25 видов). При оценке природоохранной значимости наивысшие баллы по интегральному показателю «категория охраны» получили ежовниковые, тасбиюргуновые и пупавковые сообщества. Оценка состояния популяций 6 редких видов растений на исследуемых меловых массивах показала, что при усилении антропогенной нагрузки происходит снижение жизненности популяций. Отмечена необходимость охраны четырех не охраняемых на сегодня меловых возвышенностей и выходов мела в Оренбургской области.

Ключевые слова: Оренбургская область, меловые возвышенности, редкие и эндемичные виды.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10050

Меловые возвышенности — уникальные ботанико-географические объекты, расположенные в степной и полупустынной зонах Евразийского континента. На территории этих возвышенностей, в местах выходов или близкого залегания от поверхности карбонатных пород верхнемелового возраста, получили распространение специфичные сообщества кальцефитных видов (Дарбаева, 2003). Среди характерных и редких видов меловых возвышенностей, на которых наблюдается постоянство экологических условий, широко выделяется эндемичный комплекс видов. Высокий эндемизм и концентрация редких видов растений является характерной чертой меловых обнажений Евразии, это связано с особенностями субстрата и локальностью местообитаний, что не способствуют распространению молодых рас и не позволяет им смешиваться с близкими формами на других территориях, а также историческим прошлым рассматриваемых экотопов (Горчаковский, Матяшенко, 1978; Матяшенко, 2009). По составу биоморф и экологии растительность меловых обнажений близка к фриганондным сообществам Средиземноморья и нагорным ксерофитам. Флора меловых возвышенностей — дериват петрофитных вариантов флоры древнего Средиземноморья, расселившихся в миоцене по окраине Сарматского моря (Матяшенко, 2009).

По мнению Т.Е. Дарбаевой (2003) кальцефитное ядро, включая редкий компонент флоры меловых возвышенностей Оренбургской и Самарской областей, а также Северо-Западного Казахстана обладает высокой специфичностью. Это сходство резко уменьшается в правобережных флорах Волгоградской области и в еще более западных Воронежской и Ростовской областях. Это

_

¹ Работа выполнена при поддержке средств государственного бюджета (№ АААА-А18-118011990151).

говорит о том, что заволжско-западноказахстанские районы развития меловых ландшафтов обладают своей особой «меловой» флорой, отличающейся от более западных «меловых» флор. Ядро этой флоры составляют древние кальцефитные заволжско-казахстанские степные виды и северотуранские кальцефитные пустынные виды, многие из которых входят в состав специфичного эндемичного компонента.

Специфика мела обусловливает поселение здесь видов, тесно связанных только с этим субстратом. На других по составу каменистых породах и на песках формируются иные видовые комплексы. Эго приводит к широко распространенному эдафическому викаризму видов в пределах географически обшей территории. Изучение подобных видов дает ключ к пониманию специфики значения субстрата в процессе видообразования. Поэтому флора и растительность меловых обнажений имеет целый ряд биологических и систематических особенностей, заслуживающих всестороннего изучения и сохранения генофонда (Матяшенко, 2009).

Исследованиям меловой флоры Поволжья и Подуральского плато посвящен ряд работ отечественных ученых (Благовещенский, 1952; Черкасова, 1960; Сафронова, 1974; Матяшенко, 1985, 2009; Дарбаева, 2003; Князев, 2003; Рябинина, Лукьянова, 2005 и др.), однако комплексных исследований, охватывающих вопросы флористики, геоботаники и популяционной биологии до сих пор не проводились. Данная статья посвящена особенностям редкого компонента флоры меловых обнажений Оренбургской области.

Материалы, объекты и методы исследований

Флористические, геоботанические и популяционно-биологические исследования на меловых обнажениях Оренбургской области были проведены нами в период с 2014 по 2017 гг. на территории 5 административных районов (Новосергиевского, Переволоцкого, Соль-Илецкого, Акбулакского и Гайского). В пределах крупных физико-географических областей выходы мелов и мергелей локализованы на территории Общего Сырта, северной части Подуральского плато и единично на Губерлинском мелкосопочнике. Наиболее крупными массивами мелов на территории области являются: Старобелогорские, Чесноковские, Верхнечебендинские, Троицкие, Покровские меловые горы и г. Дюртель (рис.). Помимо этого, имеется целый ряд более мелких меловых и мергелистых выходов на территориях Соль-Илецкого (окрестности пос. Дивнополье, Землянский, быв. пос. Садовый) и Акбулакского районов (выходы мела у р. Ичташкан, ур. Меловая гора западнее с. Советское). Ниже приводится краткая характеристика данных объектов.

- 1. Старобелогорские меловые горы (Новосергиевский район). Данная территория входит в состав ландшафтного комплексного памятника природы Старобелогорские меловые горы и дубрава Корш-Урман. Общая площадь 126.8 га. Памятник природы представляет собой типичную сыртовонагорную дубраву, окружающую меловые холмы у села Старая Белогорка. Урочище включает действующий меловой карьер, пять меловых холмов северо-восточной экспозиции и двуглавый холм на северной опушке дубравы, а также саму дубраву Корш-Урман. Один из истоков (лог глубиной до 40 м) р. Иртека рассекает меловой массив отложение верхнего мела (Чибилев и др., 2009).
- 2. Чесноковские меловые горы (Переволоцкий р-н) являются ландшафтным комплексным памятником природы. Площадь -10 га. Сильно расчлененный короткими глубокими логами высокий левобережный склон долины левого притока ручья Ялга, сложенный писчим мелом верхнего отдела меловой системы. На горах ведутся небольшие горные работы по добыче мела для местных нужд (Чибилев и др., 2009).
- 3. Выходы мела в окрестностях сел Дивнополье и Землянский (Соль-Илецкий р-н). Данные местообитания расположены у южной границы Донгузского полигона в 5 км северо-западнее с. Дивнополье, в окрестностях с. Землянский и бывшего п. Садовый. Отмеченная территория не обеспечена охраной. Выходы мела приурочены к склонам небольших холмов, понижениям, и занимают малые площади, приблизительно до 10 га в целом. Растительные сообщества испытывают достаточно сильное антропогенное воздействие, за счет добычи мела для местных нужд, выпаса, а также других нарушений.
- 4. Верхнечибендинские меловые горы (Соль-Илецкий р-н) являются ландшафтногеоморфологическим и ботаническим памятником природы. Расположены в 5 км к юго-западу от с. Троицкое. Площадь — 163 га. Урочище с характерным для выходов писчего мела (отложения верхнего отдела меловой системы) овражно-увалистым эрозионным рельефом (Чибилев и др., 2009).

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

Антропогенное воздействие в настоящее время практически отсутствует.

- 5. Троицкие меловые горы (Соль-Илецкий р-н) являются ботаническим памятником природы. Расположены в 5 км к юго-западу от с. Троицкое. Площадь 150 га. Представляют собой выходы белого писчего мела, который образовался в позднемеловом море мезозойской эры. Характерен овражно-увалистый тип рельефа на меловом субстрате (Чибилев и др., 2009). Антропогенное воздействие в настоящее время незначительно, небольшой меловой карьер у восточной оконечности гор практически заброшен.
- 6. Выходы мела по р. Итчашкан (Акбулакский р-н). Расположены в 6 км северо-западнее пос. Новопавловка. Отмеченная территория не обеспечена охраной. Выходы мела расположены на южных склонах холмов левобережья р. Итчашкан у впадения реки Тытас и 1.5 км юго-восточнее г. Мельтау. Общая площадь выходов мела около 15 га. Антропогенное воздействие умеренное (выпаса скота).
- 7. Покровские меловые горы (Акбулакский р-н) ландшафтный памятник природы. Расположены у северо-западной окраины с. Покровка. Площадь 142.7 га. Изрезанный логами правый коренной склон долины речки Белой у с. Покровка, сложенный писчим мелом, который образовался в море маастрихтского века мелового периода (Чибилев и др., 2009). Антропогенное воздействие значительное, имеется действующий меловой завод.
- 8. Ур. Меловая гора (Акбулакский р-н). Данное урочище является заброшенным меловым карьером, а также имеются пятна выходов мела на отдельных возвышенных участках в 8 км западнее с. Советское площадью около 5 га. Отмеченная территория не обеспечена охраной. На настоящий момент карьер практически заброшен и происходит восстановление кальцефитных сообществ.
- 9. Меловая гора Дюртель (Гайский р-н). Местность представляет собой мелкосопочники по левому берегу реки Сухая Губерля, западнее и южнее посёлка Новорудный Гайского района, около 6 км восточнее и севернее железнодорожной станции Халилово, сложенные серпентенитами, мелами и другими осадочными и метаморфическими породами. Отмеченная территория не обеспечена охраной. Площадь около 150 га. Антропогенное воздействие умеренное, за счет выпаса скота и горных разработок.

Как известно, климатический фактор является одним из ведущих природных показателей, оказывающих влияние на формирование растительного покрова. Основные климатические показатели, характерные условиям сухого и крайне недостаточного увлажнения, с жарким летом и малоснежной зимой, со значительными амплитудами сезонных и суточных температур (табл. 1).

Таблица 1. Основные климатические	характеристики	меловых	массивов	Оренбургской	области	(по
Географическому атласу, 1998).						

Лока- литеты	Среднегодовое количество осадков, мм	Суммы температур воздуха выше +10°C	Гидротер- мический коэффициент	Средняя высота снежного покрова, см
1	400-450	2600	0.6	30-40
2	400-450	2800	0.6	30-40
3-8	300-350	2800	0.6	>30
9	300-350	2600	0.8	30-40

Примечания к таблицам 1, 2, 4: 1 — Старобелогорские меловые горы, 2 — Чесноковские меловые горы, 3 — Троицкие меловые горы, 4 — Верхнечибендинские меловые горы, 5 — Выходы мела в окрестностях сел Дивнополье и Землянский, 6 — Покровские меловые горы, 7 — Выходы мела по р. Итчашкан, 8 — ур. Меловая гора, 9 — Меловая гора Дюртель.

В геолого-морфологическом отношении структура исследованных меловых отложений состоит из обнажений крутых склонов с выходами на поверхность плотных слоев коренной толщи и мела, подвижных обнажений (осыпей на стенках и склонах молодых оврагов, рытвин и промоин), конусов овражных выносов и шлейфами. На более или менее крутых склонах, с выходами на поверхность коренной толщи мела резко выделяются: молодые обнажения, обычно представленные пятнами среди еще задернованных участков; старые обнажения, лишенные растительности, имеющие форму «лбов» и «взлобий»; зарастающие обнажения, где начинает накапливаться гумусированный

мелкозем. Происхождение всех обнажений мела связано с размывающей деятельностью воды.

Флористические исследования были проведены с помощью широко распространенного маршрутного метода. Латинские названия видов растений в работе приведены по С.К. Черепанову (1995), а также согласно опубликованным позднее таксономическим обработкам (Куликов, 2005; Рябинина, Князев, 2009).

Оценка природоохранной значимости дана по следующим показателям (Мартыненко и др., 2015): $F - \phi$ лористическая значимость (3 – очень высокая; 2 – высокая; 1 – средняя; 0 – низкая; весовой коэффициент (ВК) – 3), В – фитоценотическая ценность (3 – очень высокая. 2 – высокая; 1 – средняя; 0 – низкая; ВК – 3), S – распространение (4 – имеет небольшой ареал и низкое постоянство; 3 – небольшой ареал и высокое постоянство; 2 – большой ареал и низкое постоянство; 1 – большой ареал и высокое постоянство; 0 – для любого ареала и встречаемости сообществ из инвазивных видов; ВК – 2), N – естественность (4 – климаксовые и квазинатуральные растительные сообщества; 3 - естественные незначительно нарушенные растительные сообщества; 2 - интенсивно используемые антропогенно трансформированные растительные сообщества; 1 - синантропные растительные сообщества; ВК – 1), D – сокращение площади (3 – сокращение площади на 60% и более; 2 - от 30 до 60%, 1 - до 30%, $0 - \text{площадь не сокращается или увеличивается; ВК <math>- 2$), V восстанавливаемость (3 – не восстанавливаются; 2 – восстанавливаются за период более 100 лет; 1 – восстанавливаются за период от 20 до 100 лет; 0 – на восстановление требуется менее 20 лет; BK - 1), C – категория охраны (4 – наивысшая (от 31 до 39 баллов); 3 – высокая (от 24 до 30 баллов); 2 – средняя (от 17 до 23 баллов); 1 - низкая (менее 17 баллов)), Р - обеспеченность охраной (4 нуждается в охране, но не охраняется; 3 – охраняется менее 20% разнообразия; 2 – охраняется от 20 до 50% разнообразия; 1 – более 50% разнообразия; 0 – сообщества не нуждаются в охране).

Результаты и обсуждение

Флора меловых обнажений Оренбургской области (табл. 2) характеризуется большой концентрацией редких видов растений, в целом на исследованных массивах насчитывается 40 видов, занесенных в Красные книги различного ранга и 15 эндемиков. Распределение их на исследованных территориях имеет свои закономерности. В первую очередь, это зависит от их площади и степени антропогенного воздействия на меловые массивы. Так наибольшее число редких видов растений характерно для Верхнечибендинских и Троицких меловых гор (по 26 видов), данные территории являются наибольшими по площади и слабо нарушенными меловыми массивами области. Наименьшее число редких видов приурочено к небольшим выходам мелов, зачастую находящихся под сильным антропогенным прессом (Старобелогорские меловые горы – 8 видов, ур. Меловая гора – 6 видов).

Встречаемость редких видов растений в пределах меловых массивов во многом зависит от их географического положения. Для всех массивов характерно присутствие такого широко распространенного восточноевропейского петрофитного вида, как – Artemisia salsoloides. Данный вид приурочен не только к выходам мелов, но и к обнажениям многих других пород. Это единственный вид, который был отмечен для всех изученных выходов мелов. Среди широко встречающихся редких видов растений необходимо отметить как типично кальцефитные меловые виды: Anthemis trotzkiana, Matthiola fragrans, так и виды, приуроченные к широкому спектру петрофитных местообитаний: Hedysarum razoumowianum, Koeleria sclerophylla, Rindera tetraspis, Zygophyllum pinnatum. Для меловых обнажений юга области характерен специфичный блок редких видов, связанных с Подуральским плато, расположенным на территориях Актюбинской и Западно-Казахстанской области Республики Казахстан. Это такие виды как Anabasis cretacea, A. salsa, Astragalus aktjubensis, A. subarcuatus, A. temirensis, Hedysarum tscherkassovae, Lepidium meyeri, Limonium cretaceum, Linaria cretacea, Medicago komarovii, Nanophyton erinaceum, Pedicularis interrupta, Jurinea kirghisorum, J. mugodsharica. Для наиболее северных мелов характерны виды с более широкой экологией, это такие петрофитные, степные и лугово-степные виды как Astragalus wolgensis, Hedysarum grandiflorum, Stipa dasyphylla, S. pennata, S. pulcherrima. Только для меловой г. Дюртель характерно присутствие узколокального эндемика Alyssum litvinovii, казахстанских видов Limonium macrorhizon и Matthiola superba и редких видов, связанных с горной территорией Южного Урала Asperula petraea, Dianthus acicularis, Elytrigia pruinifera.

Таким образом, на настоящий момент большая часть редкого компонента флоры меловых

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

возвышенностей сосредоточена на территориях Чесноковских, Троицких, Верхнечибендинских меловых гор, которые уже являются памятниками природы Оренбургской области. Среди объектов с высокой концентрацией редких видов, не охваченных охраной, нужно отметить: выходы мела по р. Итчашкан и меловую гору Дюртель.

Таблица 2. Представленность редких видов растений на меловых массивах Оренбургской области.

№	Виды	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Эндемы внесенные в ККРФ*	иК	КОО	**						
1.	Koeleria sclerophylla P.A. Smirn.	+	+		+	+		+		+
2.	Hedysarum razoumowianum Fisch. et Helm	+	+			+	+	+	+	
	Прочие редкие виды внесенные в	KK	РФ и	ККО	О					
3.	Artemisia salsoloides Willd.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	Anthemis trotzkiana Claus	+	+	+	+		+	+		+
5.	Matthiola fragrans Bunge		+	+	+	+	+	+	+	
6.	Stipa pulcherrima K. Koch	+	+			+		+		
7.	Hedysarum grandiflorum Pall.	+	+		+	+				
8.	Stipa zalesskii Wilensky		+	+			+	+		
9.	Iris pumila L.			+	+			+		
10.	Lepidium meyeri Claus			+	+		+			
11.	Eriosynaphe longifolia (Fisch. ex Spreng.) DC.			+		+				
12.	Fritillaria ruthenica Wikstr.		+		+					
13.	Stipa pennata L.		+					+		
14.	Tulipa gesneriana L.					+				
15.	Stipa dasyphylla (Lindem.) Trautv.	+								
	Эндемы внесенные только	вК	КОО	1	1	I		1		
16.	Astragalus subarcuatus M.Pop.			+	+					
17.	Jurinea mugodsharica Iljin			+	+					
18.	Hedysarum argyrophyllum Ledeb.							+		+
19.	Medicago komarovii Vass.			+	+					
20.	Dianthus acicularis Fisch. ex Ledeb. s.l.									+
	Прочие редкие виды внесенные	голь	ко в І	ККОС)	1		1		
21.	Zygophyllum pinnatum Cham.		+	+	+		+	+	+	+
22.	Rindera tetraspis Pall.		+	+	+	+		+		
23.	Crambe tatarica Sebeok (incl. Crambe aspera M.		+	+	+	+				
24.	Anabasis cretacea Pall.			+	+		+		+	
25.	Gypsophila rupestris A.Kuprian.		+						+	+
26.	Alyssum lenense Adams				+			+		+
27.	Jurinea kirghisorum Janisch.			+	+		+			
28.	Limonium cretaceum Tscherkasova			+	+		+			
29.	Linaria cretacea Fisch. Ex Spreng.		+	+	+					
30.	Anabasis salsa (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens			+	+					
31.	Nanophyton erinaceum (Pall.) Bunge			+	+					
32.	Achnatherum splendens (Trin) Nevski			+			+			
33.	Pedicularis interrupta Stephan			+	+					
34.	Asperula petraea V.I. Krecz. ex Klokov			<u> </u>	<u> </u>			 		+
35.	Seseli eriocephalum (Pall.) Schischk.			+						<u> </u>
36.	Matthiola superba Conti			<u> </u>						+
37.	Astragalus physocarpus Ledeb			+						Ė
57.	130 agains physocarpus Ledeo			'						

Продолжение таблицы 2.

№	Виды	1	2	3	4	5	6	7	8	9
38.	Tulipa biflora Pall.				+					
39.	Elytrigia pruinifera Nevski									+
40.	Limonium macrorhizon (Ledeb.) Kuntze									+
	Эндемы не включенные в КК	ΡФ	и КК	OO						
41.	Astragalus wolgensis Bunge	+	+					+		
42.	Astragalus temirensis Popov			+	+	+				
43.	Silene baschkirorum Janisch.					+		+		+
44.	Thymus guberlinensis Iljin						+	+		+
45.	Astragalus aktjubensis Sytin			+	+					
46.	Hedysarum tscherkassovae Knjasev			+	+					
47.	Astragalus storozhevae Knjasev					+		+		
48.	Alyssum litvinovii Knjasev									+
Всег	Всего:		16	26	26	13	12	17	6	15

Примечание к таблице 2 и 3. Список видов дан по ККРФ* – Красной книге Российской Федерации (2008) и ККОО** – Постановлению правительства Оренбургской области (2014).

Проведенная нами оценка состояния популяций некоторых редких видов растений (Anthemis trotzkiana, Gypsophyla rupestris, Lepidium meyeri, Matthiola fragrans, Rindera tetraspis, Zygophyllum pinnatum), произрастающих на исследуемых меловых массивах, показала, что большинство популяций многочисленные, с плотностью от 2 до 14 особей на 1 м², представлен весь спектр типов популяций – молодые, зреющие, зрелые, переходные, стареющие и старые, с преобладанием молодых и зрелых (Каримова и др., 2017а, б, 2018). По жизненному состоянию (виталитету) только процветающие популяции отмечены на Чесноковских и Старобелогорских меловых горах, примерно поровну процветающие и депрессивные популяции встречены на Верхнечебендинских, Троицких меловых горах, на выходах мела по р. Итчашкан и в окрестностях с. Дивнополье, только депрессивные популяции выявлены на Покровских меловых горах и Меловой горе Дюртель, что, вероятно, связано с сильной антропогенной нагрузкой на эти территории.

Помимо рассмотрения встречаемости редких видов растений на территориях отдельных выходов мела, была рассмотрена их приуроченность к отдельным наиболее распространённым типам растительных сообществ (табл. 3), во многом отражающим процесс сукцессионных изменений при зарастании меловых склонов.

Таблица 3. Представленность редких видов растений в основных типах растительных сообществ меловых массивов Оренбургской области.

№	Виды	1	2	3	4	5	6	
	Эндемы внесенные в ККРФ и ККОО							
1.	Hedysarum razoumowianum Fisch. et Helm	+		+	+	+	+	
2.	Koeleria sclerophylla P.A. Smirn.			+	+	+	+	
	Прочие редкие виды внесенные в ККРФ и ККО	OO						
3.	Artemisia salsoloides Willd.	+	+	+	+	+	+	
4.	Anthemis trotzkiana Claus	+	+	+	+	+	+	
5.	Stipa zalesskii Wilensky	+		+	+		+	
6.	Matthiola fragrans Bunge	+	+	+	+			
7.	Stipa pulcherrima K. Koch	+		+		+		
8.	Hedysarum grandiflorum Pall.			+		+	+	
9.	Lepidium meyeri Claus	+	+	+				

Продолжение таблицы 3.

№	Виды	1	2	3	4	5	6
10.	Eriosynaphe longifolia (Fisch. ex Spreng.) DC.	+					+
11.	Iris pumila L.						+
12.	Fritillaria ruthenica Wikstr.						+
13.	Tulipa gesneriana L.						+
14.	Stipa dasyphylla (Lindem.) Trautv.					+	
	Эндемы внесенные только в ККОО						
15.	Astragalus subarcuatus M. Pop.		+	+			+
16.	Jurinea mugodsharica Iljin	+	+				
17	Hedysarum argyrophyllum Ledeb.			+	+		
18.	Dianthus acicularis Fisch. ex Ledeb. s.l.			+	+		
	Прочие редкие виды внесенные только в ККС	Ю		1			
19.	Zygophyllum pinnatum Cham.	+	+	+	+		+
20.	Rindera tetraspis Pall.	+	+	+			+
21.	Crambe tatarica Sebeok (incl. Crambe aspera M. Bieb.)	+	+	+			+
22.	Anabasis cretacea Pall.	+	+	+			+
23.	Linaria cretacea Fisch. ex Spreng.	+	+				+
24.	Nanophyton erinaceum (Pall.) Bunge	+	+				+
25.	Jurinea kirghisorum Janisch.	+	+		+		
26.	Alyssum lenense Adams				+		+
27.	Limonium cretaceum Tscherkasova	+	+				
28.	Asperula petraea V.I. Krecz. ex Klokov			+	+		
29.	Elytrigia pruinifera Nevski			+	+		
30.	Limonium macrorhizon (Ledeb.) Kuntze			+	+		
31.	Gypsophila rupestris A.Kuprian.			+			
32.	Medicago komarovii Vass.		+				
33.	Anabasis salsa (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens						+
34.	Achnatherum splendens (Trin) Nevski						+
35.	Pedicularis interrupta Stephan						+
36.	Seseli eriocephalum (Pall.) Schischk.						+
37.	Matthiola superba Conti				+		
38.	Tulipa biflora Pall.	+					
	Эндемы не включенные в ККРФ и ККОО	1		1			1
39.	Hedysarum tscherkassovae Knjasev	+	+	+			
40.	Silene baschkirorum Janisch.			+	+		+
41.	Thymus guberlinensis Iljin	+		+	+		
42.	Alyssum litvinovii Knjasev			+	+		
43.	Astragalus aktjubensis Sytin						+
44.	A. temirensis Popov						+
45.	A. wolgensis Bunge					+	
Всего		19	16	24	18	8	25

Примечание к таблице 3. Сообщества: 1 — ежовниковниковые, 2 — тасбиюргуновые, 3 — солянковиднополынные, 4 — пупавковые, 5 — копеечниковые, 6 — пустынножитняковые.

Для первых сукцессионных стадий были выделены ежовниковниковые сообщества, с доминированием *Anabasis cretacea* и тасбиюргуновые, с доминированием *Nanophyton erinaceum*.

Первый тип сообществ характерен для вершин и «лбов» меловых холмов, где выходят слои мела на начальных стадиях выветривания. Проективное покрытие травостоя низкое. Второй тип сообществ приурочен к местообитаниям, где коренной мел ближе к поверхности переходит в выветренный мел с мелкоземом в расщелинах, происходит формирование примитивной щебнистой карбонатной почвы, при этом Nanophyton erinaceum выполняет функцию основного закрепителя щебнистого субстрата. К данной стадии сукцессии нами отнесены солянковиднополыные, пупавковые и копеечниковые сообщества. Пустынножитняковые сообщества представляют собой заключительную стадию сукцессии и отмечены по северным склонам меловых холмов, на платообразных вершинах и у подножья на конусах выноса меловых пород. Зачастую для этих местообитаний характерен мощный слой делювия. Проективное покрытие достигает 70%.

Согласно проведенному анализу наибольшая концентрация редких видов растений наблюдается в солянковиднополынных (24 вида) и пустынножитняковых сообществах (25 видов). Данные сообщества встречаются на территории практически всех изученных выходов мелов, и являются одними из наиболее часто встречающихся ценозов меловых обнажений Оренбургской области (табл. 4). Также большое число редких видов сосредоточенно и в ежовниковых (19 видов) и тасбиюргуновых (16 видов) сообществах, приуроченных только к самым южным мелам области (Троицкие и Верхнечибендинские меловые горы). Наименьшее распространение имеют копеечниковые сообщества, которые приурочены к более северным меловым обнажениям (Чесноковские меловые горы), при этом данный тип сообществ обладает наименьшим числом редких видов. Также не столь часто отмечаются и пупавковые сообщества.

Таблица 4. Представленность основных типов растительных сообществ на меловых массивах Оренбургской области.

Сообщества / Меловые массивы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Солянковиднополынные	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Пустынножитняковые			+	+	+	+	+	+	
Пупавковые	+		+			+	+		+
Ежовниковниковые			+	+					
Тасбиюргуновые			+	+					
Копеечниковые		+							

Согласно проведенной оценке наивысшие баллы по интегральному показателю «категория охраны» (С) получили ежовниковые (30), тасбиюргуновые (30) и пупавковые (30) сообщества. На такие значения показателя повлияли высокие баллы в категориях R «редкость», В «фитоценотическая ценность» и S «распространение». Данные сообщества имеют высокую насыщенность редкими видами растений, причем некоторые из них выступают в качестве эдификаторов. Ценоареал подобных сообществ небольшой, и они приурочены к ограниченному числу меловых массивов. Наименьшие показатели «категории охраны» получили копеечниковые (20) и пустынножитняковые (23) сообщества. Это связано как с более низкой насыщенностью редкими видами (категория F), в первом случае, так и с большим ценоареалом сообществ (категория S), и меньшей фитоценотической ценностью (категория B).

На сегодняшний момент, практически все наиболее ценные в природоохранном отношении сообщества меловых обнажений отмечаются только на территориях памятников природы областного значения. Исключение составляют пупавковые и солянковиднополынные сообщества, отмеченные и широко встречающиеся на местообитаниях, не обеспеченных охраной. Это требует дополнительных мер по их сохранению.

Заключение

Меловые обнажения являются одними из наиболее ценных природных ландшафтов Оренбургской области. На их территории встречается целый комплекс редких и эндемичных видов растений, а также раритетных растительных сообществ с их участием. Многие из них в настоящий момент охраняются на территориях существующих памятников природы области. Однако небольшие

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

массивы до сих пор не обеспечены должной охраной. Среди них необходимо выделить выходы мела в окрестностях сел Дивнополье и Землянский (Соль-Илецкий р-н), мела по р. Итчашкан (Акбулакский р-н), ур. Меловая гора (Акбулакский р-н) и Меловая гора Дюртель (Гайский р-н). На данных территориях необходимо ограничить выпас скота и прекратить добычу мела и прочих пород для местных нужд. Наиболее богаты редким компонентом флоры самые южные массивы — Троицкие и Верхнечибендинские меловые горы, они являются эталонными вариантами мелов Оренбургской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- *Благовещенский В.В.* 1952. Динамика растительности на меловых обнажениях Среднего Поволжья // Ботанический журнал. Т. 37. № 4. С. 442-457.
- Географический атлас Оренбургской области. 1999. М.: Изд-во "ДИК". 96 с.
- *Голованов Я.М., Ямалов С М., Абрамова Л.М.* 2015. О двух новых ассоциациях петрофитных степей Южного Урала // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 17. № 4. С. 122-129.
- *Горчаковский П.Л., Матяшенко Г.В.* 1978. Первичные сукцессии растительности на меловых обнажениях в Западном Казахстане // Экология. № 3. С. 11-23.
- Дарбаева Т.Е. 2003. Флора меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана: автореф. дисс... докт. биол. наук. СПб. 51 с.
- *Каримова О.А., Абрамова Л.М. Голованов Я.М.* 2017а. Анализ современного состояния популяций редких видов растений памятника природы Троицкие меловые горы // Аридные экосистемы. Т. 23. № 1 (70). С. 51-59.
- Каримова О.А., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н., Голованов Я.М. 2018. Состояние ценопопуляций Anthemis trotzkiana (Asteraceae) в Оренбургской области // Ботанический журнал. Т. 103. № 6. С. 740-754.
- *Каримова О.А., Мустафина А.Н. Абрамова Л.М.* 2017б. Структура ценопопуляций редкого вида *Gypsophyla rupestris* A.N. Киргіап. на Южном Урале // Вестник Волгоградского ун-та. № 3. С. 5-12.
- Князев М.С. 2003. Новый вид рода *Hedysarum* (Fabaceae) из Северного Казахстана и Оренбургской области России // Ботанический журнал. Т. 88. № 4. С. 98.
- Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). 2008. М.: Товарищество научных изданий КМК. 854 с.
- Куликов П.В. 2005. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург Миасс: «Геотур». 537 с.
- Мартыненко В.Б., Миркин Б.М., Баишева Э.З., Мулдашев А.А., Наумова Л.Г., Широких П.С., Ямалов С.М. 2015. Зеленые книги: концепции, опыт, перспективы // Успехи современной биологии. Т. 135. № 1. С. 40-51.
- *Матяшенко Г.В.* 1985. Динамика растительности на меловых обнажениях Подуральского плато. Новосибирск: Изд-во Наука. 111 с.
- *Матяшенко Г.В.* 2009. Меловые обнажения Подуральского плато как рефугиумы для редких видов растений // Ботанические исследования на Урале Пермский государственный университет; Пермское отделение Русского ботанического общества. С. 227-230.
- Постановление Правительства Оренбургской области "О Красной книге Оренбургской области" от 16.04.2014 № 229-п. [Электронный ресурс: http://redbook56.orenlib.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-orenburgskoj-oblasti-ot-16-04-2014--229-p.html (Дата обращения 14.03.2017)].
- Рябинина 3.Н., Лукьянова Ю.А. 2005. Флора меловых обнажений Оренбургской области // Вестник ОГПУ. № 3 (41). С. 47-53.
- *Рябинина 3.Н., Князев М.С.* 2009. Определитель сосудистых растений Оренбургской области. М.: Товарищество научных изданий КМК. 758 с.
- *Сафронова И.Н.* 1974. О растительности меловых возвышенностей западной степной части Актюбинской области // Ботанический журнал. Т. 59. № 11. С. 1640-1648.
- *Черепанов С.К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья-95. 992 с.
- Черкасова Г.И. 1960. Растения меловых выходов Европейской части СССР в ботаническом саду Московского университета // Вестник МГУ. № 5. С. 28-41.
- Чибилёв А.А., Павлейчик В.М., Чибилёв А.А. (мл.) 2009. Природное наследие Оренбургской области: особо охраняемые природные территории. Оренбург: УрО РАН. Печатный дом «Димур». 328 с.

= ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =

УДК 581.55 (575.13)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОСТРОВА ВОЗРОЖДЕНИЯ (УЗБЕКИСТАН)

© 2019 г. Х.Ф. Шомуродов, Б.А. Адилов

Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан Узбекистан, 100053, г. Ташкент, ул. Дурмон йули, д. 32. E-mail: h.shomurodov@mail.ru Поступила 02.07.2018. После доработки 14.10. 2018. Принята к публикации 25.11. 2018.

Установлен предварительный флористический состав сосудистых растений острова Возрождения (анклав Аральского моря) в пределах его в каракалпакской части (Узбекистан), насчитывающий 123 вида из 90 родов и 31 семейства. По богатству видов спектр ведущих семейств возглавляют семейства *Chenopodiaceae* Vent., *Asteraceae* Dumort., *Fabaceae* Lindl. и *Poaceae* Barnhart. Показаны сходства (на примере биюргунников (*Anabasis salsa*) и полынников (*Artemisia terrae-albae*)) и отличительные черты (на примере *Salsola arbusculiformis*, не выступающего как доминант и отсутствия растительных комплексов, состоящих из биюргунников, полынников и боялышников) растительности острова с Устюртом. С другой стороны, большие участки острова, занимаемые сообществами кейреука (*Salsola orientalis*) и черного саксаула (*Haloxylon aphyllum*), напоминают отдельные экотопы Кызылкума. Преобладание в отдельных частях острова формации *Artemisia terrae-albae* связано с низким антропогенным воздействием благодаря изолированности острова от материка достаточно длительное (долгое) время.

Ключевые слова: флора, растительность, остров Возрождения, плато Устюрт, Кызылкум, эндемики.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10051

Остров Возрождения образовался в конце XVI – в начале XVII вв. вследствие снижения уровня Аральского моря. На начало 60-х годов площадь острова составляла около 216 км². Постепенное снижение уровня моря привело к полному слиянию острова с материком. В настоящее время остров с юга и юго-востока граничит с Кызылкумом, а на западе через огромные солончаки и песчаные массивы – Устюртом. Современная литература не располагает данными по растительному миру острова. С другой стороны, история формирования флоры острова тесно связана с историей формирования сопредельных с ней пустынь – Кызылкума и Устюрта.

Известно, что формирование растительного покрова Турана связано с усыханием древнего Тетиса, тянувшегося через Западную и Южную Африку, Малую Азию, Кавказ, Иран, Афганистан, Индокитай, Индонезию. Растительность провинции обладает большой самобытностью в Средней Азии. Обсуждая вопросы, связанные с происхождением флор туранской провинции, Е.П. Коровин (1962) справедливо отмечает, что основная масса видов данной провинции принадлежит родам южного и юго-западного распространения с центрами происхождения в самой провинции или в странах Средиземного моря. Но, при этом он подчеркивает генетическое отношение некоторых реликтовых видов к флорам южного полушария. Схожая гипотеза была высказана ранее М.Г. Поповым (1927). По его мнению, пустынная флора мигрировала из засушливых частей Африки, т.е. из Африканского ксерофильного центра. Проникновение ее в Среднюю Азию он относит к раннему третичному времени. Широко распространенные в то время гипсоносные растения являлись благоприятной средой, где могли сохраниться уже измененные представители пришельцев из Африки. Флору «Вельвичия» М.Г. Попов связывает с современной каменной флорой. С другой стороны, он связывает флору Средней Азии с флорой Восточной Азии, т.е. «Гингко», скрещиваясь с флорой «Вельвичия», дало начало развитию средиземноморской флоры. К выводу о раннем третичном периоде образования пустынной флоры приходит М.М. Ильин (1946). На основе изучения географии семейства маревых он заключил, что пустынная флора произошла автохтонно, и связал ее

с морскими литоралями.

Анализ существующих материалов показывает, что среднеазиатские пустыни с характерными для них реликтовыми формами фитоценозов сформировались еще до плейстоцена, что свидетельствует о едином генезисе растительного мира прикаспийских пустынь, включая бывшие острова Аральского бассейна.

Материалы и методы

Полевые исследования проводились в 2017 г. Всего было обследовано 12 участков, расположенных на различных частях острова. При этом более обстоятельно были обследованы южная (1 точка) и северная (2 точка) части острова (в пределах каракалпакской части), характеризующиеся высоким разнообразием растительности (рис. 1).

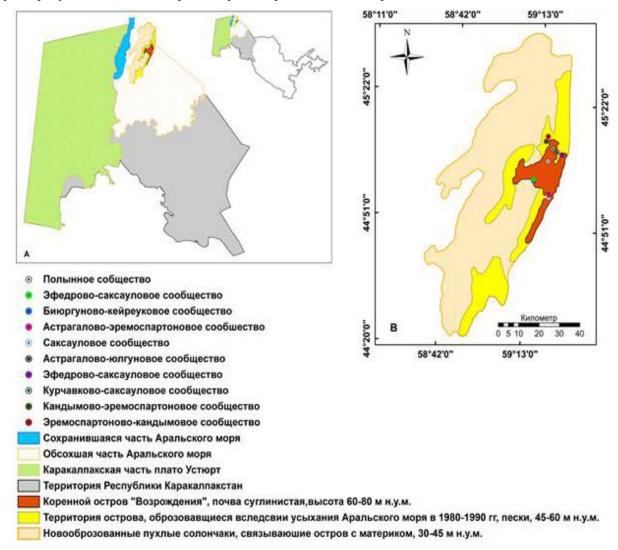


Рис. 1. Каракалпакская часть острова «Возрождения». Территория острова ограничена плато Устюрт, обсохшей частью Аральского моря и Северо-западным Кызылкумом (А), современная территория острова состоит из коренной территории, территории образованной вследствие усыхания Аральского моря, а также пухлых солончаков (В).

На юге острова были заложены 4 трансекта, а на севере – 6. Ниже приводится краткая характеристика обследованных участков.

Первая точка. Рельеф расчленённый. Почва супесчаная, местами солонцевато-гипсоносная. Имеются небольшие песчаные участки на бывшем острове и огромные песчаные площади в

прилегающих к ним территориях (осушенное дно моря). Растительность на плато относится к полынной, биюргуновой, саксауловой и кейреуковой формациям и к эремаспортоновой, астрагаловой и гребенщиковой на осушенном дне Аральского моря. Проективное покрытие травостоя сравнительно высокое, местами достигает 85-90%, что не наблюдается как в Кызылкумах так и на, Устюрте. В пределах данной точки были обследованы 4 участка, расположенные в разных экотопах.

Первый трансект был заложен на южном чинке. Почва — гипсоносная. В описании растительности включены растения, произрастающие как на склонах чинка, так и под обрывными равнинами. Общее проективное покрытие травостоя составляет 76.0%. Доминантом растительного сообщества является *Haloxylon aphyllum*, содоминантом — *Ephedra distachya*, их доля в покрытии составляет не менее 66 %.

Всего в растительном покрове был зарегистрирован 31 вид сосудистых растений, подавляющее большинство которых (18 видов) относится к однолетникам (табл. 1 и 2).

Таблица	1. Характ	еристика	обследованных	участков.
---------	------------------	----------	---------------	-----------

№	Растительное	ОПП	Занимаемая площадь (%)						
участка	сообщество	координаты	OIIII	дер.	куст.	полук.	разнотр.		
1	Эфедрово- саксауловое	45° 02' 53.8" с.ш. 059° 13' 17.0" в.д.	76.0	60.0	12.0	3.0	1.0		
2	Биюргуново- кейреуковое	45° 02' 33.3" с.ш. 059° 13' 17.0" в.д.	47.0	1.0	2.0	43.0	1.0		
3	Эремоспартоново- астрагаловое	44° 59' 23.3" с.ш. 059° 19' 23.6" в.д.	57.0	0.0	35.0	20.0	2.0		
4	Саксауловое	44° 58' 48.7" с.ш. 059° 19' 18.9" в.д.	61.0	60.0	0.0	0.0	1.0		
5	Астрагалово- юлгуновое	45° 10' 06.3" с.ш. 059° 21' 14.7" в.д.	69.0	0.0	67.0	0.0	2.0		
6	Эфедрово- саксауловое	45° 09' 37.5"с.ш. 059° 23' 08.7" в.д.	34.0	10.0	14.0	4.0	6.0		
7	Курчавково- саксауловое	45° 10' 50.2" с.ш. 059° 19' 33.1" в.д.	45.0	20.0	19.0	2.0	4.0		
8	Кандымово- эремоспартоновое	45° 12' 33.3" с.ш. 059° 16' 51.6" в.д.	53.0	0.0	20.0	30.0	3.0		
9	Эремоспартоново- кандымовое	45° 16' 04.2" с.ш. 059° 20' 43.4" в.д.	46.0	0.0	33.0	10.0	3.0		
10	Полынное	45° 07' 41.7" с.ш. 059° 18' 08.2" в.д.	72.0	2.0	0.0	68.0	2.0		

Второй трансект был заложен на причинковой равнине острова в составе кейреуковой формации. Почва — супесчаная. В растительном покрове преобладают особи Salsola orientalis и Anabasis salsa, общее участие которых в проективном покрытии составляет 46 %. Следует отметить, что S. orientalis как в Кызылкумах, так и на Устюрте не является фоновым растением, как на острове (хотя И.И. Гранитов (1964) считает это растение одним из эдификаторов шлейфов останцовых низкогорий). Наряду с доминантными видами на втором месте по обилию — Salsola arbusculiformis и Haloxylon aphyllum. Видовое разнообразие в описываемом участке незначительно меньше по сравнению с первым — 23 видов. Из них одно дерево, кустарники и полукустарники представлены 3 видами каждый, а травянистые растения — 18 видами.

На осушенном дне Арала, граничившем с островом, был заложен очередной трансект. Рельеф ровный. Почва песчаная. Благодаря высокому обилию кустарников и полукустарников общее проективное покрытие травостоя достигает 54%. Доля травянистых растений при этом невелика — 2.0%. В растительном покрове преобладают особи эремоспартона безлистного. Содоминантом сообщества выступает типичный псаммофит *Astragalus villosissimuss*.

Таблица 2. Список видов и их обилие в изученных растительных сообществах.

№ участка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Название растений			П	роекті	ивное п	окрыт	гие вид	(ОВ					
	•	Į	Геревь	Я									
Haloxylon aphyllum	60.0	1.0		60.0		10.0	20.0			2.0			
		Ку	старні	ики									
Convolvulus fruticosus		+							+				
Calligonum aphyllum					2.0		3.0	10.0	30.0				
Ammodendron conollyi			3.0				5.0						
Ephedra distachya	6.0		2.0		+	6.0	1						
Lycium rutenicum						3.0							
Atraphaxis spinosa	3.0		3.0			2.0	10.0						
Salsola arbusculiformis		2.0				2.0							
Kalidium caspium									+				
Astragalus villosissimus	3.0		23.0		10			10.0	+				
Krascheninnikovia ewersmanniana		+											
Nitraria sibirica	+					2.0			+				
Tamarix hispida			2.0		20.0				2				
T. litvinowii					35.0								
	Полукустарники												
Salsola orientalis		35.0					+			+			
Anabasis salsa		8.0				+							
Artemisia diffusa					+			+					
A. turanica	3.0									3.0			
A. terrae-albae	+	+		+						65.0			
A. santolina			5.0			4.0							
A. vulgaris	+						+	2.0					
Eremosparton aphyllum			15.0					28.0	10.0				
	Трав	янист	ые мн	оголет	ники	I			I.	ı			
Anabasis brachiata						+							
Aeluropus littoralis							3.0	2.0					
Astragalus chivensis					+				+				
Stipagrostis karelinii					+				+				
Allium sabulosum						+							
A. caspium		+					+						
Alhagi pseudalhagi	+						+						
Fritillaria karelini	+	+								+			
Heliotropium arguzioides									+				
Limonium otolepis	+							+					
Leontice incerta	+												
Capparis spinoza						+							
Gagea reticulata		+								+			
Carex physodes		+			+								
Calystegia sepium								+	+				
Scorzonera pusilla		+				+							
Zosima orientalis	+					+							
Stipa szovitsiana					+								

Продолжение таблицы 2.

№ участка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Название растений			Про	екти	вное п	окрыт	ие вид	OВ		
S. richteriana						+	+			+
Stipagrostis karelinii			+							
	Tpa	вянист	ые мно	оголе	тники					
Rheum tataricum				+		5				
Poa bulbosa		+		+			+			+
Phragmites australis			+						2.0	
Peganum harmala					+					
Tragapogon marginifolius							+			
Pseudosophora alopecuroides							+			
		Оді	юлетн	ики						•
Astragalus harpilobus					+					
A. commixtus		+								
Anisantha tectorum					+		+	+		
Amberboa turanica	+					+				
Atriplex dimorphostegia								+		
Ceratocarpus utriculosus	+	+		+	+		+	+		+
Eremopyrum buonaepartis	+	+		+	+	+	+	+		+
E. triticeum			+			+				+
Euphorbia inderiensis	+			+	+		+			
Galium spurium				+						
Girgensohnia oppositiflora						+				+
Diptychocarpus strictus		+		+		+				
Horaninovia ulicina					+			+	+	
Delphinium camptocarpum	+									
Koelpinia liniaris	+			+						
Lappula spinocarpa	+					+				+
Lepidium perfoliatum	+	+		+						
Leptoleum filifolium		+		+						
Fumaria vaillantii	+			+	+			+		
Climacoptera lanata	+	+				+		+		
C. aralensis					+					
Hyalea pulchella	+		1	+	+		+	+		
Hyoscyamus pusillus	+								+	
Papaver pavoninum				+						
Polypogon maritimus					+					
Nonea caspica	+			+						
Arnebia decumbens	+			+			+			
Senecio subdentatus	+		+	+		+		+	+	
Strigosella africana	+					+				
S. scorpioides		+			+	+		+	+	
Roemeria refracta	+									
Erodium oxyrrhynchum		+						+	+	
Ceratocephala falcata	+	+		+						+
Trigonella arcuata		+					+			

Продолжение	таблины	2.
-------------	---------	----

№ участка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Название растений	Проє				роективное покрытие видов							
Salsola sclerantha					+	+						
S. paulsenii			+									
Suaeda sp.					+			+	+			

Здесь же отмечены высокорослые особи песчаной акации (до 3 м высоты) и одиночные кусты *Ephedra distachya* и *Atraphaxis spinosa*, редко встречаемые в псаммокустарниковых формациях. В целом, в составе эремоспартоново-астрагалового сообщества отмечено 13 видов высших растений, большинство которых относится к кустарниковым жизненным формам.

Последнее описание в пределах первой точки было сделано в равнинной части острова. Почва супесчаная, в местах бывшего берега моря крупнокаменистая. Здесь описана черносаксауловая ассоциация, состоящая из густых зарослей черного саксаула и разнотравья. Видовой состав сообщества слагается из 18 видов растений, подавляющая часть (14 видов) которых относится к однолетникам. Подобные сообщества характерны для Центрального Кызылкума. Благодаря высокорослым саксаулам проективное покрытие травостоя достигает более 60%.

Вторая точка. На северной части острова мы изучили 6 участков с различными экологофитоценотическими условиями. Участки 1-5 выделены в юлгуновой (тамариксовой), саксауловой, эремоспартоновой и кандымовой формациях на песках и лишь 6 участок был заложен в полынной формации на супесчаных почвах на западе от бывшего военного городка Кантыбай.

На пятой площадке доминируют два вида гребенщика — *Tamarix hispida* и *T. litvinowii*, содоминантом сообщества является *Astragalus villosissimus*. Данное сообщество характерно для песчаных пустынь с близкой грунтовой водой. Общее проективное покрытие травостоя описываемой площадки достигает 67.0%. Ботанический состав слагается из 24 видов цветковых растений, большинство которых относятся к однолетникам. Причем большинство из них являются кормовыми растениями (*Astragalus harpilobus*, *Anisantha tectorum*, *Eremopyrum bonaepartis*, *Polypogon maritimus*, *Strigosella scorpioides*).

Следующие две площадки были заложены под чинком в составе черносаксауловой формации. Почва описываемой площадки суглинистая, гипсоносная, местами щебнистая. Растительность шестой площадки относительно разреженная, проективное покрытие травостоя едва достигает 38%, а седьмой 42.0%. Наряду с доминирующими видами (Haloxylon aphyllum, Ephedra distachya) в разном обилии произрастают Rheum tataricum, Allium sabulosum, Capparis spinosa, Stipa richteriana, Diptychocarpus strictus, виды Eremopyrum и другие, которые являются прекрасными кормами для сайгаков в весенне-летный период.

Растительность 8 и 9 площадок по видовому составу близка. Эти площадки были заложены вблизи портов, на песчаных почвах, где общее проективное покрытие травостоя соответственно составляет 52.0-42.0%. В обеих площадках доминируют *Calligonum aphyllum* и *Eremosparton aphyllum*, в составе восьмой площадки также широко распространен *Astragalus villosissimus*. Ботанический состав сообществ не богат и состоит из 18-19 видов, где преобладают травянистые растения.

Последняя площадка была заложена в составе полынной формации на супесчаных почвах. Следует отметить, что полынные сообщества на острове занимают значительные территории по сравнению с Устюртом и Кызылкумом. Это, вероятно, результат низкого антропогенного воздействия на растительность. На описываемом участке, благодаря густой заросли Artemisia terrae-albae, проективное покрытие травостоя достигает до 70.0%. Подобное обилие кустов полыни создает сильную конкуренцию для расселения травянистых растений. Их доля в проективном покрытии не превышает 2.0%. Здесь были зарегистрированы из многолетников единичные особи Fritillaria karelini, Gagea reticulata, Stipa richteriana и Poa bulbosa. Однолетники в составе данного сообщества участвовали всего 6 видами: Lappula spinocarpa, Girgensohnia oppositiflora, видами рода Eremopyrum и другие (табл. 1, 2).

В качестве методической основы исследования биоразнообразия растительного покрова были

использованы традиционные методы геоботаники и экологии (Лавренко, Корчагина, 1964). При описании растительных объектов закладывались стандартные квадратные площадки (размером 10х10 м). Ботанические площадки оконтурировались шнуром, их стороны располагались в широтном и долготном направлении. По умолчанию регистрировался северо-восточный угол площадки. При описании растительных сообществ учитывались видовой состав, высота растений, обилие видов, фенофаза, проективное покрытие, численность особей доминантных видов. Для идентификации видов использовали «Иллюстрированный определитель высших растений Каракалпакии и Хорезма» (1983) и «Определитель растений Средней Азии» (1993). Название таксонов приводится по последней сводке С.К. Черепанова (Cherepanov, 1995).

Результаты и обсуждение

Анализ геоботанических описаний и собранных гербарных материалов показывает, что растительное разнообразие острова Возрождения небогато. Оно слагается из 123 видов сосудистых растений, относящихся к 90 родам и 31 семейству. Список ведущих семейств, имеющих более 10 видов, возглавляет Chenopodiaceae Vent представленное 24 видами, за ним следуют 14 видов Asteraceae Dumort. и Fabaceae Lindl., завершает список Poaceae Barnhart, представленное 11 видами. Преобладание этих семейств в растительном покрове характерно для пустынь Средней Азии. Эта же четверка, например, лидирует и во флоре Кызылкума (Шомуродов, Хасанов, 2014). Еще два семейства - Polygonaceae Juss. и Ranunculaceae Juss. представлены здесь 5 видами. Невысокие видовые разнообразия последних связаны с отсутствием здесь останцовых гор или резких, обрывистых чинков, которые характерны для пустынных экотопов для расселения представителей данного семейства ведущих семейств Polygonaceae на острове, прежде всего, в связи с малым количеством видов рода Calligonum. Являясь одним из господствующих родов пустынь Средней Азии (в Кызылкуме он насчитывает 33 вида), он представлен здесь всего 2 видами. Такой состав в районе исследования связан, прежде всего, с отсутствием характерных для представителей данного рода местообитаний – крупных грядовых песков и барханов. Такие семейства, как Apiaceae Lindl., Liliaceae Juss. и Euphorbiaceae Juss., активно участвующие в сложении флор соседних пустынь, здесь также представлены 2 и 3 видами. 14 семейств из 31 имеют по одному виду.

Анализируя отрицательные черты флоры острова, нельзя не упомянуть об отсутствии здесь довольно крупных для региона семейств: Lamiacea Lindl и Caryophyllaceae Juss. Широко распространенные виды губоцветных на супесчаных почвах среди полынников Устюрта, такие как Lagochilus acutilobus (Shomurodov et al., 2014) и Eremostachys tuberosa, в ходе экспедиций найдены не были. Самые распространенные виды семейства — Lallemantia royleana и Ziziphora tenuior, довольно широко представленые в пустыне Кызылкум, не встречаются на острове Аральского моря. Гвоздичные (Caryophyllaceae) в Кызылкуме являются одним из ведущих семейств и представлены 37 видами (Шомуродов и др., 2015; Хасанов и др., 2011). И на Устюрте они чаще встречаются по гипсоносным и песчаным почвам (виды рода Silene, Gypsophila). Самые распространенные виды семейства — Silene sufrutescens, Acanthophyllum borszczowii или же самый обычный однолетник среди полынников — Holosteum umbellathum в ходе экспедиций на обследованной территории также не были обнаружены.

Другой отрицательной чертой флоры обследуемого района является отсутствие эндемиков и горных флористических элементов, которые являются частью флор Кызылкума (Ценопопуляции ..., 2018) и Устюрта.

Сравнительный анализ растительных сообществ острова показывает некоторые сходные особенности их с растительностью Устюрта. Это, прежде всего, биюргунники (Anabasis salsa) и полынники (Artemisia terrae-albae), распространенные на слегка щебнистых, такыровидных и супесчаных почвах. Биюргунники обычно занимают равнины и пониженные участки между слегка заметными холмами, а Artemisia terrae-albae преимущественно распространена по холмам и их склонам на супесчаных почвах. В отличие от Устюрта, на островах Аральского бассейна Salsola arbusculiformis нигде не выступает в качестве эдификатора. На островах также не встречаются растительные комплексы, состоящие из биюргунников, полынников и боярышников, характерные для плато Устюрт. Salsola arbusculiformis встречается на острове единичными особями в составе эфедрово-саксаулового (Ephedra distachya+Haloxylon aphyllum) и биюргуново-кейреукового (Anabasis salsa+Salsola orientalis) сообществ. При сравнении биюргунников двух пустынь нельзя не

упомянуть о господствующей роли Anabasis salsa при сложении растительного покрова плато, которое занимает почти две трети территории Каракалпакского Устюрта. A. salsa является самым конкурентоспособным видом среди фоновых растений Устюрта, как реактив-конкурент по популяционной стратегии быстро захватывает оголенные территории, возникшие вследствие антропогенного воздействия, и никогда не уступает свой экотоп другим видам. Благодаря отсутствию или же минимальному воздействию на растительный покров биюргунники пока не занимают на острове больших территорий. С другой стороны, большие участки острова, занятые сообществами кейреука (Salsola orientalis) и черного саксаула (Haloxylon aphyllum), напоминают отдельные экотопы Кызылкума.

Заключение

Исследование показывает, что растительность острова имеет единое происхождение с сопредельными к нему пустынями. Отсутствие здесь отдельных флористических элементов, в том числе и эндемиков, произрастающих на территории соседних пустынь, с одной стороны связано с новообразованием видов (неоэндемы) и с другой с отсутствием характерных для них экотопов. Также на это довольно долго влияла изолированность островов от материка.

В целом, анализ пастбищной растительности острова показывает ее богатство ценными кормовыми растениями. Из 134 видов 48 являются охотно поедаемыми, а 45 — удовлетворительно поедаемыми растениями. При этом особо следует подчеркнуть огромное значение полынных и кейреучных типов пастбищ в кормовом рационе мелкого рогатого скота, в частности, сайгаков. По нашим наблюдениям, урожайность кейреучных пастбищ в конце весны составляет не менее 15 ц/г, а полынных — более 20 ц/га, что нигде на пустынной территории Узбекистана не наблюдается. Эти пастбища являются прекрасной кормовой базой зимне-весеннего сезона. Более того, растительные сообщества с доминированием Artemisia terrae-alba в Кызылкуме практически исчезли, на Устюрте в отдельных участках сохранились фрагменты ее формаций. Благодаря низкому антропогенному воздействию на острове они сохранили свое былое состояние. Учитывая высокую питательность и урожайность полынных и кейреучных пастбищ, особенно для таких млекопитающих, как сайгак и джейран, в зимний и ранневесенний период с одной стороны, и критическое состояние формаций Artemiseta terrae-albae на территории Узбекистана с другой, остров Возрождения рекомендуется для включения в сеть охраняемой природной территории Узбекистана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гранитов И.И. 1964. Растительный покров Юго-Западных Кызылкумов. Т. 1. Ташкент: АН РУз. С. 294-335. *Ильин М.М.* 1946. Некоторые итоги изучения флоры пустынь Средней Азии // Материалы по истории флоры и растительности СССР. Т. 2. М.-Л. С. 197-256.

Иллюстрированный определитель высших растений Каракалпакии и Хорезма. 1982. Т.1-2. Ташкент: Фан. 240 с. *Коровин В.П.* 1962. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Т. 2. Ташкент. 328 с.

Лавренко Е.М., Корчагина А.А. 1964. Полевая геоботаника. Т. 3. М. Наука. 230 с.

Определитель растений Средней Азии. 2016. Т. 11. Ташкент: Фан. 416 с.

Попов М.Г. 1927. Основные черты истории развития флоры Средней Азии // Бюллетень САГУ. Т. 15. С. 239-292.

Хасанов Ф.О., Шомуродов Х.Ф., Кадыров Г.У. 2011. Краткий очерк и анализ эндемизма флоры пустыни Кызылкум // Ботанический журнал. Т. 96 (2). С. 237-246.

Шомуродов Х.Ф., Сарибаева Ш.У., Ахмедов А. 2015. Распространение и современное состояние редких видов растений на плато Устюрт в Узбекистане // Аридные экосистемы. Том 21. №4 (65). С.75-83.

Шомуродов Х.Ф., Хасанов Ф.О. 2014. Кормовые растения пустыни Кызылкум // Аридные экосистемы. Т. 20. № 3 (60). С. 94-101.

Ценопопуляции редких и исчезающих видов растений останцовых низкогорий Кызылкума. 2018. Ташкент: Навруз. 229 с.

Cherepanov S.K. 1995. Vascular Plants of Russia and Adjacent States (the Former USSR). Cambridge: Cambridge University Press. 516 p.

Shomurodov H.F., Akhmedov A., Saribaeva, Sh.U. 2014. Distribution and the Current State of Lagochilus acutilobus (Lamiaceae) in Connection with the Oil and Gas Sector Development in Uzbekistan // Journal of Ecological Questions. Vol. 19. P. 45-49.

= ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =

УДК: 582.734.6 (58.009, 574.3)

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ PRUNUS ARMENIACA L. В АРИДНЫХ РЕДКОЛЕСЬЯХ ВНУТРИГОРНОГО ДАГЕСТАНА

© 2019 г. 3.М. Асадулаев*, Д.М. Анатов**

*Дагестанский государственный университет Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 43а **Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН Россия, 367000, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: djalal@list.ru

Поступила в редакцию 14.02. 2018. После доработки 25.08. 2018. Принята к публикации 19.12. 2018.

Во Внутригорном Дагестане на трех высотных уровнях изучена пространственная структура ценопопуляций *Prunus armeniaca* L. в зависимости от крутизны и экспозиции склонов. Наибольшую плотность абрикосовые массивы имеют на пологих склонах северных экспозиций и на участках, примыкающих к речным долинам. На южных склонах в связи с их эродированностью и крутизной по сравнению с северными склонами снижается как плотность деревьев абрикоса (r=-0.45), так и разнообразие других древесных видов (r=-0.91), что приводит к формированию монодоминантных абрикосовых редколесий. При увеличении плотности и совместном произрастании с другими древесными видами крона абрикоса приобретает пирамидальную форму, а при низкой плотности полушаровидную форму.

Ключевые слова: Prunus armeniaca L., Внутригорный Дагестан, аридные редколесья, ценопопуляции, пространственная структура, плотность, высота над уровнем моря, крутизна склонов, критерии согласия Шапиро-Уилка и хи-квадрата.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10052

В настоящее время во Внутригорном Дагестане ксерофильные редколесья занимают значительные территории. Это обусловлено естественными причинами — наличием передовых хребтов (Андийский, Салатау, Гимринский и Чонкатау), создающих эффект «дождевой тени». Негативную роль в недавнем прошлом, видимо, играл и антропогенный фактор, связанный со значительной пастбищной нагрузкой и вырубкой лесов на хозяйственные нужды местным населением. К основным аридным сообществам с участием древесных растений здесь можно отнести сосняки фриганоидного типа, можжевеловые редколесья, шибляки и так называемые «абрикосовые саванны». Последние мало изучены по флористическому и фитоценотическому составу, не исследована и пространственная структура популяций доминанта — *Prunus armeniaca* L.

Абрикос считается одним из жаростойких и засухоустойчивых растений, успешно произрастающих в аридных условиях горных систем Средней Азии, Китая и Кавказа (Генкель, 1982; Кучерова и др., 1985; Лищук, Ильницкий, 1986; Абрикос, 1989). Природные популяции абрикоса в Дагестане распространены по долинам рек Аварское Койсу, Андийское Койсу, Казикумухское Койсу и Кара Койсу, на высотах 350–1500 м н.у.м. БС, иногда (единично) по южным склонам – до 1900 м., чаще на известняковых щебнистых склонах. Редко абрикос образует и сплошные массивы (Asadulaev et al., 2014; Анатов и др., 2015). Главной особенностью природных массивов абрикоса Внутригорного Дагестана является их разреженность и приуроченность к каменистым склонам.

Пространственные размеры, характер распределения особей и взаимоотношения между видами являются важными сторонами популяционной жизни и определяются как историческими причинами, так и экологическими условиями (Ганнибал, 1990; Harms et al., 2001; Марков, 2012; Liu et al., 2014; Duman et al., 2016; Kang et al., 2017). При этом пространственную структуру популяций древесных растений и тип размещения особей на площади оценивают, в основном, через плотность, как среднее для данной популяции число особей на единице площади (Greig-Smith, 1961; Harper, 1977; Плотников, 1979; Злобин, 2009; Марков, 2012).

Материалы и методы

Для изучения пространственной структуры выбраны три географически изолированные, хорошо выраженные ценопопуляции (ЦП) *Prunus armeniaca* L.

- 1. Салтинская ЦП произрастает в окрестности с. Салта Гунибского района, на высотах 900-1000 м н.у.м. БС. Координаты: 42° 25' 31.1" с.ш., 47° 00' 49.9" в.д. Склоны: северный, северовосточный, северо-западный, известняково-глинистые, с крутизной 10-40°. Сообщество абрикосник кустарниковый с участием облепихи, барбариса, шиповника.
- 2. Буртанинская ЦП произрастает в окрестности с. Буртани Левашинского района в пределах 1000-1100 м н.у.м. БС. Координаты: 42° 21' 44.9" с.ш., 47° 09' 42.5" в.д. Склоны: северо-восточный, восточный, юго-восточный, известняково-щебнистые, с крутизной 30-75°. Сообщество абрикосник разнотравно-злаковый.
- 3. *Чародинская* ЦП. Исследован участок произрастания в окрестности с. Чарода Чародинского района. Высотные пределы 1400-1500 м н.у.м. БС. Координаты: 42° 16' 32.6" с.ш., 46° 48' 27.4" в.д. Склоны: юго-западный, южный, юго-восточный, сланцево-глинистые, с крутизной 25-70°. Сообщество абрикосник разнотравно-злаковый.

На исследованных участках преобладают горно-долинные, аллювиально-луговые, лугово-лесные и лугово-каштановые, а также горные антропогенные почвы, созданные в результате их тысячелетнего использования (Баламирзоев, Аджиев, 2013; Каширская и др., 2017).

Общая площадь оценки пространственной структуры популяций абрикоса составила 100 га. На трех высотных уровнях (900-1000, 1000-1100, 1400-1500 м н.у.м. БС) вдоль склонов заложено по 20 пробных площадей размером 400 м², геоботаническое описание выполнено по стандартной методике (Василевич, 1969, Андреева и др., 2002). При характеристике пробных площадей учитывали высоту над уровнем моря, экспозицию и крутизну склона. Для деревьев абрикоса проведен учет численности, вычислены проекция, радиус и сомкнутость крон. Проведен учет численности древесно-кустарниковых видов (ДКВ), определено проективное покрытие (ПП) абрикоса, трав и общее ПП площадок. Средний радиус кроны рассчитывался исходя из числа деревьев абрикоса на пробной площади и общего проективного покрытия по следующей формуле 1:

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi N}} \tag{1},$$

где R — радиус кроны абрикоса; S — площадь проективного покрытия абрикоса на учетной площади; N — число деревьев абрикоса на пробной площади.

Для установления типа пространственного распределения деревьев абрикоса использованы три метода. Первый метод основан на построении графика частот по классам числа особей в выборках. При этом регулярному типу размещения соответствует прямая линия; случайному — кривая нормального распределения; контагиозному (групповому) — асимметричная пологая или многовершинная кривая (Плотников, 1979; Марков, 2012).

По второму методу тип пространственного размещения деревьев оценивался критериями согласия хи-квадрат (χ^2) и Шапиро-Уилка (Ш-У), согласно которым отсутствие различий между эмпирическими и теоретическими величинами означает, что распределение случайное.

По третьему методу — отношением вариансы к средней арифметической (S^2/X) (Грейг-Смит, 1967; Марков, 2012). Если указанное отношение равно единице, то размещение особей считается случайным, если меньше единицы, констатируют возрастание регулярности в размещении особей, а при превышении единицы — контагиозности.

Статистическая обработка данных проведена с применением методов описательной статистики, дисперсионного, регрессионного, дискриминантного анализов (Рокицкий, 1973; Лакин, 1990; Ивантер, Коросов, 2003) и пакета программ Statistica v. 5.5. Для оценки доли линейного фактора в общей изменчивости был использован коэффициент линейности (Δr) по формуле 2:

$$\Delta r = \frac{R^2}{h^2} * 100\% \tag{2},$$

где Δr — коэффициент линейной зависимости, R^2 — коэффициент детерминации, h^2 — сила влияния комплексного фактора.

Результаты и обсуждение

Наибольшая плотность деревьев абрикоса (805 на 1 га) выявлена в Салтинской ЦП (табл. 1). Больше здесь и биоразнообразие древесных видов, и общее проективное покрытие площадок. Проекция площади по сомкнутости крон, которую занимают только деревья абрикоса, выше в Чародинской ЦП (45.5%).

			Ценопопул	ІЯЦИИ						
Показатели	Салтинс	кая	Буртані	инская	Чародинская					
	$X\pm Sx$	CV, %	X±Sx	CV, %	X±Sx	CV, %				
	Абрикоса									
Плотность на 1 га	805.0±69.1	38.4	391.3±28.2	32.3	680.0±53.2	35.0				
Радиус кроны (R), м	1.5±0.05	15.9	2.7±0.09	14.7	2.2±0.07	15.2				
Площадь на 1 дер (S) , M^2	7.0±0.52	33.4	22.7±1.46	28.6	15.0±1.03	30.6				
Ср. проекция 1 дерева, %	1.3±0.04	15.6	1.1±0.06	24.4	1.7±0.17	44.8				
Сомкнутость крон, %	39.8±2.68	30.1	16.2±1.18	32.8	45.5±4.64	45.6				
ПП отн. общего, %	41.5±2.68	28.8	51.8±4.53	39.1	53.8±5.46	45.3				
ПП отн. др. дер., %	50.0±2.60	23.2	86.8±3.47	17.9	73.1±4.14	25.3				

Сопутствующие виды

31.2

26.9

62.6

3.9

 3.5 ± 0.77

3.1±1.17

 16.3 ± 3.23

35.5±3.30

30.1±2.10

39.5±2.38

 16.3 ± 2.28

95.6±0.83

97.9

168.1

88.8

41.6

 2.0 ± 0.40

14.0±1.80

26.0±4.30

85.5±1.81

91.8

57.5

74.0

9.5

Таблица 1. Сравнительная оценка ценопопуляций абрикоса по плотности.

Отмеченная высокая плотность деревьев абрикоса в Салтинской ЦП, возможно, связана с оптимальностью условий среды, низким высотным уровнем произрастания, северной ориентацией и меньшей крутизной склонов. Присутствие большого числа подроста абрикоса, богатство древесной флоры и развитый травяной покров также свидетельствуют об оптимальности условий.

Иная картина наблюдается в Буртанинской ЦП, расположенной в 20 км к юго-востоку от салтинской ЦП. Первая имеет низкую плотность деревьев (391.3 на 1 га), незначительную площадь проекции кроны одного дерева (1.1%) и всех деревьев абрикоса (19.3%). Слабо представлена здесь травянистая растительность (35.5%) и ниже богатство древесных видов (3.1%). Однако ПП деревьев абрикоса здесь самое высокое (86.8%), что указывает на относительную, генетически обусловленную, устойчивость абрикоса к аридным условиям по сравнению с другими древесно-кустарниковыми видами. Буртанинская ЦП произрастает примерно на тех же высотах и материнских породах (известняки), но в совершенно других условиях рельефа и микроклимата. Здесь значительная крутизна (до 75°) и эродированность склонов, восточная и южная их ориентированность создают более аридные условия для произрастания не только абрикоса, но и других видов. Каменистость грунта также препятствует общему зарастанию склонов травянистой растительностью. При переходе с юго-восточного на северо-восточный склон щебнистость снижается, растительность становится богаче, общее ПП увеличивается. В нижней части склонов, при переходе к речным террасам, плотность деревьев абрикоса возрастает. На северо-восточном склоне на больших высотных уровнях наблюдаются массивы совместного произрастания абрикоса и сосны Коха.

Чародинская ЦП произрастает на максимальных для абрикоса в Дагестане высотных уровнях (1400-1500 м н.у.м. БС). На таких уровнях абрикос встречается здесь только на южных склонах, что согласуется с правилом предварения В.В. Алехина, по которому склоны северной экспозиции южных гор несут на себе более северные растительные группировки, а склоны южной экспозиции – более южные растительные группировки. Плотность деревьев абрикоса сопоставима с Салтинской ЦП (680.0 на 1 га), несмотря на сильную крутизну склонов (до 70°). Но если Салтинская ЦП находится в условиях высокой межвидовой конкуренции, то чародинская ЦП практически не испытывает конкуренции со стороны других видов древесной флоры, отсюда и сходство между ними. Например,

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

Число ДКВ

ПП трав, %

ПП площадок %

Сомкнутость крон ДКВ,%

ПП других древесных видов в чародинской ЦП составляет 14.0%, в салтинской – 39.5%, что отразилось и на площади, которую занимает одно дерево (1.7 против 1.3%). В чародинской ЦП деревья абрикоса формируют полушаровидную крону, в салтинской – пирамидальную.

Различие между ценопопуляциями по плотности особей абрикоса оценено с помощью однофакторного дисперсионного и регрессионного анализов: h^2 – для однофакторной модели и R^2 – для модели с учетом линейной регрессии. Выявлено, что изученные популяции достоверно различаются почти по всем учетным признакам (табл. 2). Недостоверные различия обнаружены для признака «ПП абрикоса относительно общего покрытия». Наибольшее линейное влияние на межпопуляционную дифференциацию оказал фактор «крутизна склона». Влияние высотного фактора доказано для признаков «число ДКВ» (38.4%), «проекция 1 дерева абрикоса» (18.9%), «сомкнутость абрикоса» (12.0%), «сомкнутость ДКВ» (11.8%) и ПП трав (8.9%).

Таблица 2. Результаты дисперсионного и регрессионного анализов по показателям плотности деревьев абрикоса в зависимости от высоты произрастания над уровнем моря и крутизны склонов в Горном Дагестане.

	Факторы (<i>df</i> =2)								
Показатели	ЦП	Кр	утизна сі	клона	Выс	Высота над ур.моря			
	h^2 , %	R^2 , %	∆r, %	r_{xy}	R^2 , %	∆r, %	r_{xy}		
		A	брикоса				•		
Плотность на 1 га	36.1***	20.5***	56.8	-0.45***	_	_	_		
Радиус кроны (R)	70.4***	59.7***	84.8	0.77***	_	_	_		
Площадь на 1 дер (S)	65.4***	51.5***	78.7	0.72***	_	_	_		
Ср. проекция 1 дерева	23.5***	_	_	_	18.9***	80.4	0.43***		
ПП отн. общ.	_	_	_	_	_	_	_		
ПП отн. др. дер.	50.3***	44.6***	88.7	0.67***	_	_	_		
Сомкнутость крон	45.8***	_	_	_	12.0**	26.2	0.35**		
		Сопутст	гвующие	виды	•		•		
Число ДКВ	83.7***	83.1***	99.3	-0.91***	38.4***	45.9	-0.62***		
Сомкнутость крон ДКВ	78.2***	72.9***	93.2	-0.85***	11.8**	15.1	-0.34**		
ПП трав	8.9*	_	_	_	8.4*	94.4	0.29*		
ПП площадок	88.0***	37.6***	42.7	-0.61***	_	_	_		

Примечания к таблице 2. h^2 — сила влияния фактора; R^2 — коэффициент детерминации; Δr — линейная связь учтенного фактора с общей изменчивостью; r_{xy} — коэффициент корреляции между учтенным фактором и изучаемым признаком; уровни достоверности: * — p<0.05, ** — p<0.01, *** — p<0.001; — прочерк означает отсутствие достоверного значения для p<0.05.

Для признаков связанных с ПП была выявлена незначительная разница между компонентами h^2 (%) и R^2 (%). Например, по признаку «число ДКВ» 83.7% различий обусловлено условиями произрастания популяций, а 83.1% является следствием линейного воздействия крутизны склонов (R^2) . Отсюда, Δr для этого показателя составит 99.3% и лишь 0.7% от всей изменчивости этого признака вызваны нелинейными эффектами. Для фактора «высота произрастания» это соотношение составляет 45.9%. Поскольку по некоторым признакам влияние учтенных факторов совпадают по корреляционным взаимоотношениям, то при одновременной оценке нескольких факторов в регрессионном анализе, сумма сложенных факторов превышает процентное значение суммарного фактора h^2 , что является, в нашем случае, результатом многоплановости и многокомпонентности высотного фактора, т.е. влияние крутизны склона на общее число деревьев и кустарников других видов более однозначное, чем влияние высоты над уровнем моря. Коэффициент корреляции (r_{xy}) отобразил высокую отрицательную связь показателей плотности деревьев абрикоса, числа других деревсных видов и их проективного покрытия с крутизной склона. Признаки, которые связаны с радиусом, площадью кроны и ПП абрикоса относительно других деревьев, напротив, положительно

коррелируют с крутизной склона. Корреляционная зависимость показателей с высотой места произрастания слабее.

Проведенный дискриминантный анализ с пошаговым исключением показал, что наибольшие различия между ЦП определяют признаки «сомкнутость крон абрикоса», «сомкнутость крон и ДКВ», «число ДКВ», «ПП трав» (табл. 3). Остальные признаки оказались малоинформативными. По итогам дискриминантного анализа показано (рис. 1) расположение объектов в пространстве двух канонических корней.

Таблица 3. Итоги дискриминантного анализа с пошаговым исключением по группирующей переменной – ценопопуляция.

Показатели n=60	F	p						
В модели								
Сомкн. крон абр.	96.730	0.000000						
Сомкн. крон ДКВ	40.052	0.000000						
Число ДКВ на 1 га	30.552	0.000000						
ПП трав	25.335	0.000000						
Не в модели								
ПП абр. отн. общ.	9.851	0.000230						
ПП абр. отн. др. дер.	1.765	0.181151						
Плотность на 1 га	0.345	0.709645						
Ср. проекция на 1 дер. абр.	0.137	0.872412						
Радиус кроны (R)	0.077	0.926387						
Площадь на 1 дер (S)	0.041	0.960084						

Примечание к таблице 3: переменные в модели при F>10.000 и p<0.05.

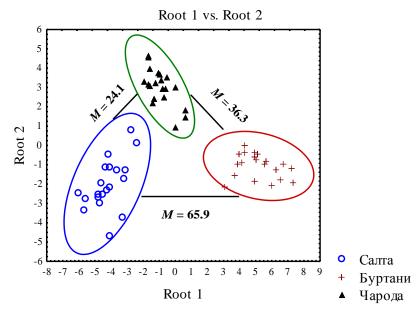


Рис. 1. Двумерная ординация ЦП абрикоса в пространстве двух канонических корней и расстояний Махаланобиса (M).

Характер расположения объектов позволяет предположить, что вдоль первой оси они расположены по ПП абрикоса и сопутствующей древесной растительности. Разброс показателей и расположение выборок вдоль второй оси отражает ПП абрикоса относительно травяного покрытия. В первом случае такая зависимость определяется крутизной склона, во втором — высотой над уровнем моря. Квадраты расстояний Махаланобиса по совокупности признаков показали большую близость Салтинской ЦП к Чародинской, чем к Буртанинской ЦП.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

1. Первый метод (графический) по частотам плотности выявил для природных популяций абрикоса случайное и контагиозное пространственное размещение особей (рис. 2).

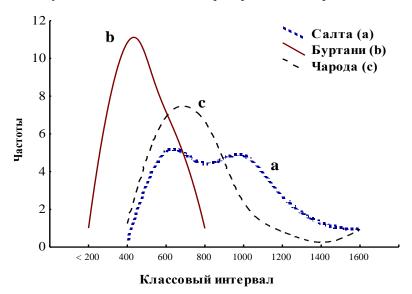


Рис. 2. Гистограммы распределения частот плотностей природных популяций абрикоса во Внутригорном Дагестане.

Близкое к случайному размещение особей имеет Буртанинская ЦП (рис. 2b). Графическое изображение распределения частот здесь близкое к нормальному с максимумом (60%) в диапазоне 200-400 особей. Салтинская ЦП имеет типичное контагиозное размещение особей (рис. 2a) с двумя пиками частот в диапазонах от 400 до 600 и от 800 до 1000 особей. Чародинская ЦП имеет промежуточный характер размещения (рис. 2c). Максимальный диапазон частот (60%) здесь в пределах 500-700 особей на га, с общим размахом частот от 350-1425 особей.

2. Полученные результаты проверены с применением оценки нормальности распределения показателей по критериям согласия χ^2 и Ш-У. По обоим показателям для Буртанинской и Салтинской ЦП эмпирическое распределение соответствует теоретическому, что свидетельствует о случайном размешении особей.

Результаты графического метода определения типа пространственного размещения не совпадают с результатами, полученными по критериям согласия χ^2 и Ш-У.

Таблица 4. Результаты проверки гипотезы о нормальности распределения ЦП абрикоса по критериям согласия.

Ценопопуляции	Критериі	й Шапиро-Уилка	Нормальное распределение				
	W	p	χ^2	df	p		
Салтинская	0.922	0.1088	17.37	11	0.0975		
Буртанинская	0.935	0.1903	7.00	8	0.5366		
Чародинская	0.812*	0.0013	62.15*	11	0.0000		

Примечание к таблице 4: df — степени свободы; *— отмечены значения, превышающие нормальное распределение на p<0.05.

3. Вычисление отношения S^2/X для показателей с учетной площади 400 м^2 показало, что это отношение значительно превышает единицу (табл. 5), т.е. по определению все изученные популяции относятся к контагиозному типу размещения деревьев.

Действительно, при использовании больших площадей в сочетании с небольшим числом выборок (20 и менее), отношение вариансы к средней значительно больше единицы и уловить различия между ЦП по размещению особей невозможно. В нашем случае, самый низкий показатель (1.6) для площади 400 м² имеет Буртанинская ЦП, по которому размещение особей считается контагиозным. По первому (графическому) методу оценки распределение особей в Буртанинской и Чародинской ЦП отнесено к случайному типу и только в Салтинской к контагиозному. Данное

несоответствие может быть объяснено исходными средними значениями особей на соответствующей площади. Например, при использовании в вычислении отношения S^2/X числа особей с меньшей площади (100 м²), типы размещения, полученные графическим методом и третьим методом совпадают: в Буртанинской и Чародинской ЦП — случайное распределение, а в салтинской ЦП — контагиозное.

Таблица 5. Расчетные ста	атистические показатели	отношения S^2/X при	оценке пространственного
распространения особей аб	брикоса на разных учетны	іх площадях природны	х популяций.

ЦП	Площадь (S) , M^2	Среднее (Х)	Дисперсия (S^2)	Станд. откл. (S)	S^2/X	CV, %
	10000	805.0	95434.2	308.9	118.55	
Салта	400	32.2	152.69	12.36	4.74	
n=20	100	8.05	9.54	3.089	1.19	38.4
	25	2.01	0.596	0.77	0.30	
	10000	391.3	15939.1	126.3	40.74	
Буртани	400	15.65	25.50	5.05	1.63	
n=20	100	3.91	1.59	1.26	0.41	32.3
	25	0.98	0.10	0.32	0.10	
	10000	680.0	56618.4	237.9	83.26	
Чарода	400	27.2	90.59	9.518	3.33	
n=20	100	6.80	5.66	2.38	0.83	35.0
	25	1.7	0.35	0.59	0.21	

При графическом методе оценки распределения по классовым интервалам частот выявлено два типа распределения — случайное и контагиозное, при этом к случайному типу размещения ближе всего оказалась Буртанинская ЦП и частично Чародинская, к контагиозному — Салтинская ЦП. Статистический анализ соответствия эмпирического распределения теоретическому по критериям согласия χ^2 и Ш-У показал случайное распределение для Буртанинской и Салтинской ЦП, контагиозное для Чародинской.

При оценке типа распределения по отношению S^2/X оказалось, что результаты зависят не только от числа проб, но и от выбора размеров пробных площадей. Чем крупнее учетная площадь, тем сильнее проявляется контагиозность. В наших исследованиях для природных популяций абрикоса оптимальным для выявления типа пространственного распространения оказался подсчет особей с учетной площади $100 \, \mathrm{m}^2$, при одновременном двукратном увеличении числа выборок.

Заключение

В аридных условиях Внутригорного Дагестана наибольшее влияние на плотность размещения деревьев $Prunus\ armeniaca$ оказывает крутизна склона. Его усиление приводит к снижению плотности абрикоса (r=-0.45) и почти полному исчезновению с территории других древесных растений (r=-0.91). На южных склонах с крутизной более 40° формируются монодоминантные абрикосовые массивы. На склонах северных экспозиций абрикос может вытесняться сосной Коха.

С помощью построения графиков частот плотности выявлено два типа распространения особей в природных ценопопуляциях абрикоса — случайное и контагиозное, при этом к случайному типу размещения ближе всего оказалась Буртанинская ЦП и частично Чародинская ЦП, а к контагиозному — Салтинская. Полученная оценка не совпадает с применением критериев согласия χ^2 и Шапиро-Уилка, по которым Буртанинская и Салтинская ЦП отнесены к случайному типу размещения, а Чародинская — к контагиозному.

Оценка типа распространения особей по отношению S^2/X выявила зависимость полученных данных от размера исходной учетной площади: чем больше учетная площадь, тем выше этот показатель. Объясняется это тем, что средняя арифметическая и дисперсия связаны прямой зависимостью, при которой некоторое увеличение среднего, приводит к увеличению дисперсии в квадрате. Отсюда, отношение вариансы к средней также возрастает, а относительная интерпретация

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

указывает на возрастание контагиозности пространственного распространения. Для дагестанских ценопопуляций абрикоса оптимальной учетной площадью, при которой пространственное размещение деревьев в условиях Внутригорного Дагестана не выявляется не только как контагиозное, оказалась площадь $100 \, \text{м}^2$.

Для природных популяций существует такая минимальная учетная площадь, за пределами которой показатель отношения S^2/X , определяющий тип пространственного распространения, стремительно меняется; при увеличении площади — к контагиозности, а при уменьшении площади — к случайному и равномерному типу. Чем меньше учетная площадь, тем больше показатель будет соответствовать равномерному типу. Оценка типа пространственного распространения особей в популяции по показателю S^2/X без указания размера учетной площади является мало информативной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрикос. 1989. / Ред. В.К. Смыков. М.: Агропромиздат. 240 с.

Анатов Д.М., Османов Р.М., Асадулаев З.М., Газиев М.А. 2015. Экологические и исторические аспекты разнообразия форм абрикоса в Горном Дагестане // Вестник Дагестанского государственного университета. Т. 30. Вып. 1. С. 73-81.

Андреева Е.Н., Баккал Ю.И., Горшков В.В., Лянгузова И.В., Мазная Е.А., Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю., Ставрова И.Н., Ярмишко В.Т., Ярмишко М.А. 2002. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ. 240 с.

Баламирзоев М.А., Аджиев А.М. 2013. Эколого-генетические особенности горно-долинных почв Дагестана и их использование под многолетние насаждения // Аридные экосистемы. Т. 19. №1 (54). С. 44-52

Василевич В.И. 1969. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука. 232 с.

Ганнибал Б.К. 1990. Горизонтальная структура популяции фисташки // Фисташка в Бадхызе. Л. С. 97-105.

Генкель П.А. 1982. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М.: Наука. 279 с.

Грейг-Смит П. 1967. Количественная экология растений. М.: Мир. 359с.

Злобин Ю.А. 2009. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы: Университетская книга. 263 с.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. 2003. Введение в количественную биологию. Учебное издание. Петрозаводск: Издательство Петрозаводского государственного университета. 320 с.

Каширская Н.Н., Чернышева Е.В., Ходжаева А.К., Борисов А.В. 2017. Биологическая активность горных антропогенных почв средневековых земледельческих террас Горного Дагестана // Аридные экосистемы. Т. 23. № 1 (70) С. 5-16.

Кучерова Т.П., Лищук А.И., Шолохов А.М., Стадник С.А. 1985. Изучение засухоустойчивости абрикоса по комплексу признаков // Эколого-физиологические особенности древесных растений в Крыму. Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. Ялта. Т. 96. С. 77-86.

Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 352 с.

Лищук А.И., Ильницкий О.А. 1986. Адаптационные особенности абрикоса при различном водообеспечении // Повышение продуктивности абрикосовых насаждений. Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. Ялта. Т. 100. С. 109-116.

Марков М.Н. 2012. Популяционная биология растений: учеб. пособие. М.: Товарищество научных изданий КМК. 388 с.

Плотников В.В. 1979. Эволюция структуры растительных сообществ. М.: Наука. 276 с.

Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск: Высш.школа. 1973. 316 с.

Asadulaev Z.M., Anatov D.M. and Gaziev M.A. 2014. Genetic resources of *Prunus armeniaca* L. natural populations in Mountainous Dagestan // Acta Hortic. No. 1032. P. 183-190.

Duman T., Trakhtenbrot A., Poggi D., Cassiani M., Katul G.G. 2016. Dissipation intermittency increases long-distance dispersal of heavy particles in the canopy sublayer // Boundary Layer Meteorology. No. 159 (1). P. 41-68.

Greig-Smith P. 1961. The use of pattern analysis in ecological investigations // Recent Advances in Botany. Toronto: Univ. Press. P. 1354-1358.

Harms K.E., Condit R., Hubbell S.P., Foster R.B. 2001. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot // Journal of Ecology. No. 89 (6). P. 947-959.

Harper J.L. 1977. Population biology of plants, London; NY: Academic Press. 892 p.

Kang H., Zheng Y., Liu S., Chai Z., Chang M., Hu Y., Li G. & Wang D. 2017. Population structure and spatial pattern of predominant tree species in a pine-oak mosaic mixed forest in the Qinling Mountains, China // Journal of Plant Interactions. No. 12 (1). P. 78-86.

Liu Y.Y., *Li F.R.*, *Jin G.Z.* 2014. Spatial patterns and associations of four species in an old-growth temperate forest // Journal of Plant Interactions. No. 9 (1). P. 745-753.

= ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =

УДК 630.236

ПАСТБИЩЕЗАЩИТНЫЕ ЧЁРНОСАКСАУЛОВЫЕ ПОЛОСЫ В СРЕДНЕАЗИАТСКОЙ ПУСТЫНЕ: СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ И ПРОДУКЦИОННАЯ ФУНКЦИИ¹

© 2019 г. Э.З. Шамсутдинова*, Н.З. Шамсутдинов**, И.О. Ибрагимов***, В.Н. Нидюлин*, З.Ш. Шамсутдинов*

*Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса Россия, 141055, г. Лобня, Научный городок, корп. 1. E-mail: aridland@mtu-net.ru **Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова

Россия, 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, д. 41. E-mail: nariman@vniigim.ru
***Узбекский научно-исследовательский институт каракулеводства и экологии пустынь
Узбекистан, 140154, г. Самарканд, ул. Улугбека, д. 42

Поступила в редакцию 17.06. 2017. После доработки 20.12. 2017. Принята к публикации 06.07. 2018.

В условиях южных среднеазиатских пустынь пастбищезащитные полосы из саксаула чёрного заметно повышают относительную влажность, изменяют температурный режим воздуха и почвы, снижают скорость ветра, задерживают снег и защищают почву от иссушения. В результате создаются более благоприятные гидротермические условия для роста и развития природной полынно-эфемеровой растительности в самой полосе и на прилегающих участках пастбищ. Видовой состав растений в чёрносаксауловой лесополосе становится более разнообразным, плотность эфемерового разнотравья выше, чем на открытом пастбище. Продукционная функция чёрносаксауловых полос складывается из двух составляющих: продукции кормовой массы самого саксаула чёрного и продукции естественных полынно-эфемеровых пастбищ в зоне положительного средообразующего влияния чёрносаксауловых полос. Чёрносаксауловые пастбищезащитные полосы как кормовые угодья целесообразно использовать в течение года двукратно: весной овцы выпасаются на эфемерах, повторно в осенне-зимний период на самом саксауле чёрном (ассимиляционные побеги и семена).

Ключевые слова: саксаул чёрный, чёрносаксауловые полосы, средообразующая, продукционная функция, среднеазиатская пустыня.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10053

Саксаул чёрный Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin.² – ирано-туранский вид (Лавренко, 1965). Крупный кустарник или полудерево 3-4 м высоты, в особо благоприятных условиях до 7-8 м. Фотосинтезирующая функция принадлежит веточкам, ежегодно опадающим (Акжигитова, 1982). Стеблесуккулентный галоксерофит (Roohi et al., 2011; Grigore et al., 2012). Растение с широкой экологической устойчивостью к почвенному засолению (Коровин, 1961). Экономно расходует влагу на транспирацию (Zheng, Wang, 2014; Ji et al., 2016). Произрастает как на песчаных, так и на глинистых И щебнистых почвах разной степени засоленности. Корневая система глубокопроникающая (может достигать 9-16 м; Шамсутдинов и др., 2009). Встречается преимущественно на территориях с близким залеганием грунтовых вод, но может произрастать и в автоморфных условиях (Енсен и др., 2004).

Н. aphyllum, как мощный эдификатор, формирует своеобразную среду обитания в создаваемых им сообществах, что связано с затенением, изменением микроклимата, особенно под самими кронами (Федосеев и др., 1982). Средообразующая способность саксаула чёрного широко используется в пустынных районах Средней Азии для создания пастбищезащитных полос (Нечаева, Шамсутдинов, 1990; Шамсутдинов и др., 2016).

_

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, в рамках проекта № 17-04-01035.

² Латинские названия растений даны по работе С.К. Черепанова (1995).

Одновременно сам саксаул служит дополнительным источником корма для овец и верблюдов (Гаевская, Сальманов, 1975). Благодаря лесным полосам облегчается внедрение пастбищеоборотов в практику пастбищного хозяйства (Нечаева, Шамсутдинов, 1990; Шамсутдинов, Шамсутдинов, 2012).

Цель работы — изложить результаты создания и использования пастбищезащитных чёрносаксауловых полос и продемонстрировать их средообразующую и продукционную функции в условиях среднеазиатских пустынь.

Материалы и методы

Районы проведения исследований находятся в зоне южных пустынь (Карнабчуль, Нишанская «степь», Юго-Западный Кызылкум). Почвы — светлые сероземы и серобурые, по гранулометрическому составу средне- и легкосуглинистые. Среднегодовая температура воздуха в пределах от +16 до -17°С, а июне—июле — от +40 до +45°С. Количество атмосферных осадков за многолетний период составляет с колебаниями от 81 до 257 мм. Относительная влажность воздуха за год в среднем на уровне 30%. Природные пастбища представлены полукустарниково-эфемеровыми, эфемероидно-эфемеровыми и солянковыми типами. Их урожайность составляет 1.5-3.0 ц/га сухой кормовой массы (Нечаева, Шамсутдинов, 1990).

Опыты по созданию пастбищезащитных полос из саксаула чёрного закладывали в пустынных районах на участках, пригодных для произрастания саксаула чёрного. Ширина пастбищезащитных полос -25 м. Вспашка почвы - отвальная на глубину 18-20 см. Посев семян - декабрь-январь, норма высева -5 кг/га. Глубина заделки семян -0.5-1.0 см. Систему чёрносаксауловых пастбищезащитных насаждений создавали в основном из продольных и поперечных полос. Продольные полосы саксаула выполняли главную защитную роль, а поперечные служили для разграничения пастбищ на выпасные участки. Пастбища, где заложены полосы из саксаула, не использовали под выпас овец в течение первых 2-x лет, а отводили под сенокосы.

На посевах саксаула чёрного проводили учеты численности растений, их высоты, определяли видовой состав растений, урожаи кормовой массы на полосах саксаула чёрного и на межполосных пространствах (Методические указания ..., 2000).

Микроклиматические наблюдения в пределах средообразующего влияния саксаула чёрного были проведены в условиях полынно-эфемеровой пустыни. Температуру воздуха измеряли на высоте 50 см под кроной, на кайме и между кронами саксаула чёрного в северном и южном направлениях; температуру почвы — на поверхности и на глубинах 5, 10, 20 см при удалений от ствола на различные расстояния (10, 50, 90, 130, 170, 210, 250, 290 см) также в северном и южном направлениях. Все измерения параллельно проводили и на естественном полынно-эфемеровом пастбище за пределами влияния саксаула чёрного (контроль).

Результаты и обсуждение

Рост, развитие растений саксаула чёрного и формирование чёрносаксауловых пастбищезащитных полос. Растения саксаула чёрного во всех исследуемых районах росли и развивались достаточно быстро и хорошо, хотя в условиях пустыни Карнабчуль высота, ширина кроны, толщина штамба и урожайность сухой кормовой массы были несколько выше, чем в предгорной пустыне Нишанская «степь» и в пустыне Юго-Западный Кызылкум (табл. 1).

Наблюдения показали, что в 3-4-летнем возрасте в основном формировались скелетные оси, некоторые кусты плодоносили с 3-4 лет, но, как правило, с 5 лет. В полынно-эфемеровой пустыне Карнабчуль в урочищах Планчоп, Гумбаса, Таникудук, Айтувды растения саксаула чёрного в возрасте 4-5 лет достигали высоты 2-3 м, ширина кроны составляла 1.7-2 м, при этом формировали 13.4-17.2 ц/га сухой кормовой массы, а в предгорной пустыне Нишанская «степь» в возрасте 4-5 лет саксаул чёрный вырастал до 1.5-1.7 м, при этом ширина кроны составляла 82-160 см, толщина штамба — 2.6-4.9 см, а урожай сухой кормовой массы — 15.1 ц/га (табл. 1). Саксаул чёрный, произрастающий в Юго-Западных Кызылкумах, заметно отставал в росте, и урожай сухой кормовой массы не превышал 8.5-11.5 ц/га.

В возрасте 4-5 лет саксаул чёрный, произрастающий в искусственных пастбищезащитных насаждениях, плодоносил. Однако не во всех природных зонах количество плодоносящих растений было одинаковым. В предгорной пустыне Нишанская «степь» в разных урочищах плодоносящие растения составили 36.5-77.3%, в полынно-эфемеровой пустыне Карнабчуль — 54.3-85.3, в пустыне

Юго-Западный Кызылкум не превышало 13.2-32.9%.

Таблица 1. Показатели роста и развития саксаула чёрного в условиях производственных посевов в аридной зоне Узбекистана.

Зона	Урочище	Возраст, лет	Площадь посевов, га	Количество кустов на 1 га	Высота растения, см	Ширина кроны, см	Толщина штамба, см	Коли- чество плодо- носящих особей, %	Урожай- ность сухой, кормовой массы, ц/га
Предгорная полупуся	Кзылча	5	500	4582	145±8.3	82±4.3	2.6±0.1	36.5	15.1
Нишанская «степь»	Кафтарли	4	500	1687	173±11.3	160±9.5	4.9±0.4	77.3	9.3
Полынно- эфемеровая	Планчоп	4	500	1545	205±6.5	179±6.7	5.3±0.3	54.3	12.4
пустынная Карнабчуль	Гумбаса	5	2000	1039	137±17.0	125±12.3	3.8±0.4	59.7	17.2
Полынно- эфемеровая пустынная Карнабчуль	Тани- кудук	4	200	1819	282±17.1	199±18.7	6.9±0.7	57.4	13.7
Полынно- эфемеровая	Айтувды	4	500	939	217±11.7	191±3.9	5.9±0.3	85.3	13.8
пустынная Карнабчуль	Айтувды	5	500	1393	195±8.5	163±12.5	4.7±0.5	75.1	15.3
Юго- Западные Кызылкумы	Мая-Тюбе	4	200	2574	100±17.5	107±23	3.0±0.6	13.2	8.5
Юго- Западные Кызылкумы	Аксай	5	500	4450	80±10	72±10.5	2.0±0.3	32.9	11.5

В целом саксаул чёрный является быстрорастущим растением, достигающим в первый год жизни полуметровой, в возрасте 4-5 лет -2-3-метровой, в возрасте 7 лет -4-метровой высоты, и формирует полноценные пастбищные полосы (рис. 1).

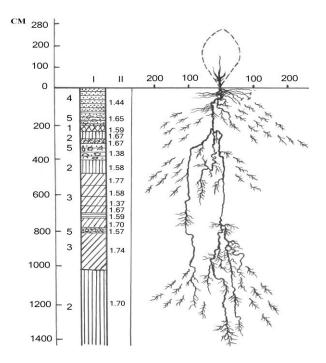
В настоящее время отечественными (Иванов, 2011) и зарубежными (Gewin, 2010) исследователями установлено, что способность корней растений к непрерывному росту играет определяющую роль в адаптации растений к дефициту влаги. Именно этот процесс обеспечивает необходимый уровень поглощения воды и сохраняет оводненность клеток и тканей растений в условиях недостатка влаги (Gewin, 2010). Сохранить оводненность в условиях дефицита влаги растения могут только путем усиления поглощения воды корнями (Кудоярова и др., 2013). Как правило, дефицит воды приводит к относительной активизации роста корней, увеличивая тем самым поглощение ими воды (Скобелева и др., 2010).

Наши исследования, проведенные в пустыне Карнабчуль, показали способность саксаула чёрного к быстрому росту и формированию мощно развитой и глубоко проникающей в почву корневой системы. В пустыне Карнабчуль (урочище Ярмачи) раскопки корневых систем саксаула чёрного показали, что в первый же год жизни корни у этого древовидного кустарника при высоте надземной части 53 см проникают в почву на глубину до 235 см, распространяясь в горизонтальном направлении на 165 см. В этой же зоне нами были произведены раскопки корневых систем саксаула чёрного в начале пятого года жизни. Здесь (урочище Ярмачи) почвы светлые сероземы, легкосуглинистые. Сложение почвогрунта слоистое: слабо уплотненные, очень плотные слои,

чередующиеся с рыхло сыпучими и уплотненными. Уровень залегания грунтовых вод 14-20 м. Высота саксаула чёрного в начале пятого года жизни равнялась 250 см, ширина кроны — 230 см, толщина штамба — 6.3 см, на кусте насчитывалось 7 ветвей первого порядка. В результате раскопок было установлено, что корневая система саксаула чёрного в начале пятого года жизни проникала на глубину 14 м, достигая уровня капиллярного увлажнения грунтовыми водами (рис. 2).



Рис. 1. Пастбищезащитные чёрносаксауловые полосы в пустыне Карнабчуль (урочище Ярмачи), возраст 7 лет.



Корневая Рис. система саксаула чёрного в начале пятого года жизни в пустыне Карнабчуль. Условные обозначения: I гранулометрический состав почвы, II - объемный вес почвы, 1 – тяжелый суглинок, 2 - средний суглинок, 3 легкий суглинок, 4 – супесь, 5 – дресва с супесью, 6 – дресва с легким суглинком.

Главный корень 220 см, четко выражен и отвесно опускается вниз. Пройдя дресвяной горизонт он углубляется в плотный слой грунта примерно на 10 см и распадается на множество мелких корней. В верхнем метровом слое почвы расположено большое количество корней толщиной 0.1-0.8 см,

отходящих в радиальном направлении.

До влажного слоя почвы, который находится на глубине 7-8 м, корни саксаула шли вниз отвесно, образуя в рыхлых участках плотных слоев почвогрунта клубки волосовидных тонких корешков. Во влажных слоях, где оптимальная влажность почвогрунта постоянная за счет грунтовых вод, корни разветвлялись в бок и располагались в горизонтальном направлении. Здесь очень много белых поглощающих корешков. Пробивая очень плотные слои грунта, напоминающие бетон, корни утончаются, изгибаются и сплющиваются. Нередко плотные слои грунта корни пробивали в сплетенном виде. Сплетение корней, как правило, бывает двойное, иногда тройное. Саксаул чёрный благодаря универсальному типу строения корневой системы, идущей очень глубоко в почвогрунт, помимо атмосферных осадков и конденсационной влаги, использует и капиллярно поднимающуюся влагу, а также грунтовые воды.

Средообразующая функция саксаула чёрного. Любое растение в процессе своей жизнедеятельности влияет на условия, в которых оно произрастает (Уранов, 1965; Работнов, 1983). Каждый вид растений по-особому влияет на среду. А.А. Уранов (1965) предложил назвать пространство, в пределах которого растение изменяет среду, «фитогенным полем». Согласно современным представлениям, фитогенное поле рассматривается как пространство, в пределах которого через изменение среды растение оказывает влияние на другие растения, находящиеся рядом (Черняева, Викторов, 2016).

Ниже излагаются результаты изучения изменений температуры воздуха и почвы, а также влажности почвы в зоне средообразующего влияния саксаула чёрного в пустыне Карнабчуль.

Изменение температурного режима воздуха в зоне средообразующего влияния саксаула чёрного. Исследование показало, что саксаул чёрный оказывает существенное влияние на температуру воздуха: в дневное время, особенно в 13-16 ч., он снижает температуру под кроной и на кайме кроны, а ночью повышает ее в этих же зонах, уменьшая тем самым амплитуду колебаний.

Между кронами это влияние заметно ослаблено. Так, в 16:00 ч. разница между температурой воздуха под кроной саксаула чёрного и на полынно-эфемеровом пастбище (за пределами кроны) составляла в северном направлении -4.0, в южном -3.0°C.

Изменение температурного режима почвы. Саксаул чёрный оказывал существенное влияние на температурный режим почвы. Полученные данные (рис. 3, 4) показывают, что общей закономерностью является повышение температуры в верхних слоях почвы в дневное время.

Температура поверхности почвы утром (7 ч.) и ночью (22:00, 1:00 и 4:00 ч.) с удалением от ствола изменялась незначительно. При этом разница между температурой на расстоянии от ствола 10 см и 290 см составляла в 7:00 ч. в северном направлении – 0.5°С, в южном – 1.5°С, а ночью (1:00 ч.) соответственно – 1.5°С, 1.0°С. Температура поверхности почвы под кроной ночью выше, а днем прогревание происходило медленнее, чем во внешней части кроны саксаула. Так, под кроной (на 10 см от ствола) температура поверхности почвы по сравнению с таковой на расстоянии 290 см от ствола ниже в 16:00 ч. в северном направлении на 3.0°С, в южном – на 4.5°С, по сравнению с контролем (открытые естественные полынно-эфемеровые пастбища).

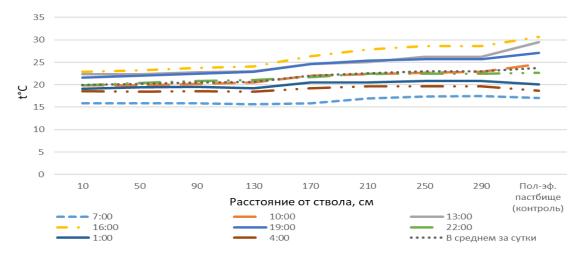


Рис. 3. Изменение температуры почвы при удалении от ствола саксаула черного (северная сторона). АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

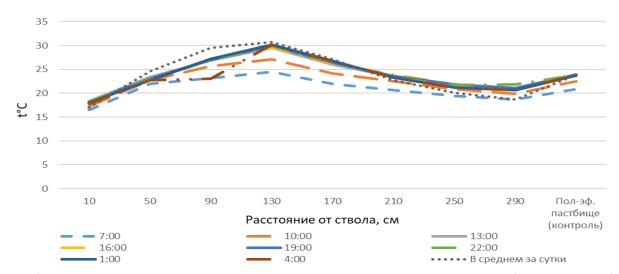


Рис. 4. Изменение температуры почвы при удалении от ствола саксаула черного (южная сторона).

Изменение влажности почвы под средообразующим влиянием саксаула чёрного. Изменение влажности почвы в пределах кроны саксаула чёрного в южном и северном направлениях носило примерно одинаковый характер: с удалением от ствола во всех направлениях наблюдалось понижение влажности почвы. В то же время степень влажности почвы по отношению к сторонам света неодинакова. Самая высокая влажность почвы наблюдалась на глубине 0-1, 1-5 см у основания ствола на северной части кроны дерева (9.8-10.5-%). В слоях 5-10, 10-20 см самая высокая влажность почвы у основания ствола на южной стороне (13.7-16.5%). По мере удаления от ствола высокая степень влажности почвы наблюдалась на северной стороне кроны саксаула чёрного.

Продукционная функция чёрносаксауловых пастбищезащитных полос. Итоговый результат продукционной деятельности чёрносаксауловых пастбищезащитных полос складывается из двух составляющих: продукции кормовой массы самого саксаула чёрного и продукции природной полынно-эфемеровой растительности зоне позитивного средообразующего чёрносаксауловых полос. Популяция саксаула чёрного, как растения виолентной адаптивной стратегии, быстро и энергично растет благодаря мощно развитой и глубоко проникающей корневой системе, занимает большой объем почвенной среды и долго удерживает захваченную за собой территорию. При этом, экономно расходуя влагу на транспирацию, саксаул чёрный образует за единицу времени на единице площади значительно больше органического вещества, чем все другие виды пустынной растительности. Для установления кормовой производительности нами обследованы производственные насаждения чёрносаксауловых пастбищезащитных полос расположенных в трех экологически различающихся районах среднеазиатской пустыни: в районе пустыни Карнабчуль и Мубарекчуль, предгорной пустыне Нишанская «степь» и в группе хозяйств, находящихся в пустыне Юго-Западный Кызылкум. Все три группы хозяйств находятся в зоне южных пустынь, в климатическом отношении характеризуются общими чертами, присущими этому типу пустынь. Главные отличия в экологии этих трех районов заключаются в уровне залегания грунтовых вод, доступных для корней саксаула чёрного, и степени их минерализации, а также засоленности почвенной среды. В Карнабчуле уровень залегания грунтовых вод 14-18-20 м, грунтовые воды слабо засоленные или пресные. Уровень грунтовых вод в Нишанской «степи» – 12-16-20 м; здесь грунтовые воды соленые (20-25 г/л) и почвы засолены. В Юго-Западном Кызылкуме уровень залегания грунтовых вод очень глубок (100 м и глубже), почвы легкого гранулометрического состава и не засолены.

Результаты обследования производственных насаждений саксаула чёрного в пастбищезащитных полосах, расположенных в этих экологически различающихся районах среднеазиатской пустыни (табл. 2) показывают, что самые высокие показатели кормовой продуктивности саксаула чёрного в хозяйствах, находящихся в пустыне Карнабчуль, где самые лучшие условия водоснабжения (уровень залегания грунтовых вод находится на доступной глубине для корневой системы саксаула чёрного —

14-20 м). При этом грунтовые воды не соленые и почва не засолена. На втором месте по величине кормовой производительности чёрносаксауловых насаждений хозяйства, расположенные в предгорной пустыне Нишанская «степь». Самая низкая кормовая производительность у чёрносаксауловых насаждений наблюдалась в хозяйствах Юго-Западный Кызылкум, где экологические условия менее благоприятные, нежели в пустыне Карнабчуль и предгорной пустыне Нишанская «степь».

Таблица 2. Показатели роста и урожайности саксаула чёрного в производственных насаждениях пастбищезащитных полос в овцеводческих хозяйствах среднеазиатской пустыни.

Хозяйство	Площадь чёрно- саксауловых полос, га	Возраст насаждений, лет	Глубина грунтовых вод, м	Густоста стояния деревьев, экз/га	Высота деревьев, см	Диаметр кроны, см	Толщина штамба, см	Валовой урожай сухой массы, ц/га
Карнабчуль, урочище Ярмачи	12000	22	16-18	1052	357.5±9.3	302.6±12.2	15.1±3.7	41.1±2.3
Карнабчуль, урочище Гумбаса	2000	5	16	1039	137±17.0	125±12.3	3.8±0.4	17.2±0.6
Карнабчуль, урочище Мурабек	13180	20	15-16	1015	310.2±48.4	207.8±47.4	17.5±4.9	21.7±2.1
Карнабчуль, урочище Каракум	6855	7	18-20	1900	347.1±16.1	55.4±6.0	3.6±0.3	20.1±1.1
Карнабчуль, урочище Газган	3398	7	_	1215	211.7±13.1	152.7±11.9	8.7±0.9	19.6±2.1
Предгорная пустыня, Нишанская «степь»	1500	15	40-100	2160	234.4±8.1	139.1±7.1	7.1±0.8	15.8±1.9
Юго- Западные Кызылкумы, урочище Маятюбе	200	13	ниже 100 м	2512	163.1±10.8	130.5±10.8	6.7±0.7	7.9±1.7
Юго- Западные Кызылкумы, урочище Канимех	100	6	ниже 100 м	915	162.3±5.8	135.7±19.4	7.03±0.9	9.9±0.7

Вторая составляющая суммарной кормовой производительности чёрносаксауловых насаждений – это кормовая продуктивность естественной полынно-эфемеровой пастбищной растительности, произрастающей под средообразующим влиянием чёрносаксауловых полос.

Исследования, в которых изучали влияние чёрносаксауловой пастбищезащитной полосы на сопредельную полынно-эфемеровую растительность, позволили установить, что положительное действие саксауловых полос распространяется на расстояние 100 м от неё с подветренной стороны (табл. 3). Эфемеры в пастбищезащитной полосе получают буйное развитие за счет складывающихся более благоприятных гидротермических условий и хорошего обсеменения. В почве накапливается

большой запас семян, принесенных ветром в зону действия полосы и задержанных ею. Пастбищезащитная полоса не только создает благоприятные мезотермические условия, а также является своеобразным барьером для задержания семян.

Учет кормового запаса, проведенный в конце лета (август), показал, что эфемеры летом отлично сохраняются в засохшем виде в чёрносаксауловой полосе. Находясь под защитой саксаула, они меньше подвержены ломке и осыпанию, чем на открытом пастбище (контрольный участок). Наряду с этим под влиянием саксаула чёрного на пастбище обогащается ботанический состав травостоя. В полосе получают обильное развитие однолетние солянки: солянка хрящецветная (Salsola sclerantha C.A. Mey), голохарис щетинистоволосый (Halocharis hispida (C.A. Mey.) Bunge). Особенно благоприятные условия создались в полосе для развития злакового разнотравья – костреца безостого (Bromopsis inermis Leyss.), овсяницы бороздчатой (Festuca valesiaca (Hask.) Gaudin, а также костенца зонтичного (Holosteum umbellatum L.).

Таким образом, кормовая производительность пастбищ, улучшенных пастбищезащитными чёрносаксауловыми полосами, складывается за счет двух-трехкратного увеличения урожая эфемеров и однолетних солянок в полосе, прибавки в урожае прилегающих к полосе природных полынноэфемеровых пастбищ на 20-25% и урожая самого саксаула чёрного, достигающего, в зависимости от экологических условий и возраста растений, 8-21 ц/га сухой массы.

Расстояние от	Эфемеры,	Полынь	Однолетние	Ит	0Г0
полосы, м	ц/га	раскидистая, ц/га	солянки, ц/га	ц/га	%
В полосе	7.6	0.5	0.8	8.9	211.9
10	2.7	1.6	0.3	4.6	109.5
20	3.0	1.8	0.1	4.9	116.7
30	3.1	1.1	_	4.2	100.0
40	3.5	1.1	0.2	4.8	114.3
50	3.3	1.2	0.5	5.0	119.0
60	4.3	1.6	0.1	6.0	142.9
70	4.2	0.9	_	5.1	121.4
80	2.9	1.3	_	4.2	100.0
100	4.2	1.1	_	5.3	126.2
500 (VOHTDOHL)	2.5	1.7	0	12	100.0

Таблица 3. Весенняя урожайность пастбища в чёрносаксауловой полосе и в зоне ее влияния (апрель).

Заключение

Саксаул чёрный, используемый при создании пастбищезащитных полос, — уникальное дерево пустыни с мощной средопреобразующей способностью. Эта особенность саксаула чёрного определяется большим размером (высота 3-4, иногда 7-8 м), достаточно широкой (2-3 м) кроной, продолжительным долголетием, большим объемом фитомассы. Благодаря этим параметрам саксаул чёрный заметно изменяет световой, температурный, ветровой режимы и обеспечивает формирование более благоприятной экологической среды для растений и животных.

Саксаул чёрный по типу стратегии жизни — виолент, способный захватывать новые территории и долго удерживать их за собой. Эта способность в известной мере связана с мощно развитой системой поглощающих органов — фотосинтезирующих побегов, глубоко проникающих в почву корневых систем, охватом ими большого объема воздушной и почвенной среды и, соответственно, большего использования материально-энергетических ресурсов. Повышенная продукционная функция чёрносаксауловых полос в условиях среднеазиатской пустыни складывается из следующих составляющих: 1) увеличение кормовой производительности прилегающих к полосе природных полынно-эфемеровых пастбищ; 2) обогащения ботанического состава травостоя эфемеровой и солянковой растительности, буйного их роста и формирования повышенной фитомассы в полосе; 3) урожая кормовой массы самого саксаула чёрного. Наряду с продукционной функцией чёрносаксауловые полосы улучшают окружающую среду населения, проживающего в засушливых областях региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акжигитова Н.И. 1982. Галофильная растительность Средней Азии и её индикационные свойства. Ташкент: ФАН. 190 с.
- Гаевская Л.С., Сальманов Н.С. 1975. Пастбища пустынь и полупустынь Узбекистана. Ташкент: ФАН. 139 с.
- Енсен Н.П., Карти Д.Дж., Мартин Р., Руддер К., Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. 2004. Об использовании галофитов для реабилитации земель солеуглеводородного загрязнения и производства кормов // Сельскохозяйственная биология. № 6. С. 78-91.
- Иванов В.Б. 2011. Клеточные механизмы роста растений. Москва: Наука. 104 с.
- Коровин Е.П. 1961. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Ташкент: Изд-во АН УзССР. Т. 1. 452 с.
- Лавренко Е.М. 1965. Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-туранской подобластей Афроазиатской пустынной области // Ботанический журнал. Т. 50. №1. С. 13-15.
- Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции кормовых растений. 2000. М.: Россельхозакадемия. 82 с.
- Нечаева Н.Т., Шамсутдинов З.Ш. 1990. Антропогенная динамика пустынных биогеоценозов и пути восстановления их продуктивности // Проблема антропогенной динамики биогеоценозов. VIII (Чтения памяти академика В.Н. Сукачева). М: Наука. С. 31-53.
- *Работнов Т.А.* 1983. Фитоценология. М.: МГУ. 296 с.
- *Скобелева О.В., Ктиторова И.Н., Агальцов К.Г.* 2010. Ускорение роста корней при дефиците нитрата, связанное с закислением апопласта // Физиология растений. Т. 57. С. 520-529.
- Уранов А.А. 1965. Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники. Т. 1. С. 251-254.
- Федосеев А.П., Грингоф И.Г., Нурбердыев М., Рейзвих О.Н. 1982. Средообразующее влияние фитомелиоративных насаждений на пастбищах // Проблемы освоения пустынь. № 6. С. 27-32.
- *Черепанов С.К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств. Санкт-Петербург: Мир и семья-95. 992 с.
- *Черняева Е.В., Викторов В.П.* 2016. Фитогенное поле: история и современные направления изучения // Современная концепция экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользование: Всероссийская (с международным участием) научная школа-конференция, посвященная 115-летию со дня рождения А.А. Уранова. С. 332-335.
- Шамсутдинов З.Ш. Косолапов В.М., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З. 2009. Экологическая реставрация пастбищ (на основе новых сортов кормовых галофитов). М.: Изд-во: ФГОУ ДПОС РАКОАК. 295 с.
- *Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З.* 2012. Биогеоценотические принципы и методы экологической реставрации пустынных пастбищных экосистем Средней Азии // Аридные экосистемы. № 3. С. 5-21.
- *Шамсутдинов З.Ш., Убайдуллаев Ш.Р., Шамсутдинов Н.З., Санжеев В.В.* 2016. Средообразующая функция саксаула чёрного (*Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin.*) в пустыне Карнабчуль // Экология. № 1. С. 44-49.
- Zheng Ch., Wang Q. 2014. Seasonal and annual variation in transpiration of a dominant desert species, *Haloxylon ammodendron* in Central Asia up-scaled from sap flow measurement // Ecohydrology. Vol. 8. P. 948-960.
- Gewin V. 2010. Food: An Underground Revolution // Nature. Vol. 466. P. 552-553.
- *Grigore M.N.*, *Villanueva M.*, *Boscaiu M.*, *Vicente O.* 2012. Do Halophytes Really Reguire Salts for Their Growth and Development? An Experimental Approach // Notulae Scientia Biologicae. Vol. 5. No. 2. P. 23-29.
- Roohi A., Nazish B., Nabgha-e-Amen Maria M., Waseem S. 2011. A critical review on halophytes: Salt tolerant plants // Journal of Medicinal Plants Research. Vol. 5. No. 33. P.7108-7118.
- *Ji X., Zhao W., Kang E., Jin B., Xu Sh.* 2016. Transpiration from three dominant shrub species in a desert-oasis ecotone of arid regions of Northwestern China // Hydrological Processes. Vol. 30. P. 4841-4854.

= ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =

УДК 574.4(470.67)

КОНЦЕНТРАЦИЯ, ТРАНСЛОКАЦИЯ И БАЛАНС ФОСФОРА В ТРАВЯНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПОЛУПУСТЫННЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ 1

© 2019 г. Г.Н. Гасанов*, **, Т.А. Асварова*, К.М. Гаджиев*, Р.Р. Баширов*, 3.Н. Ахмедова*, А.С. Абдулаева*, Ш.К. Салихов*

*Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН Россия, 367025, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: nikuevich@mail.ru
**Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета Россия, 367000, г. Махачкала, ул. Дахадаева, д. 21. E-mail: dagecolog@rambler.ru

Поступила в редакцию 06.02.2018. После доработки 22.09.2018. Принята к публикации 12.11.2018.

Приведены результаты исследований по накоплению и транслокации фитомассы по блокам растительного вещества, концентрации, запасам и балансу фосфора. Исследования проведены в травяных экосистемах на светло-каштановой и лугово-каштановой почвах и солончаке типичном, представляющих значительную часть территории Северо-Западного Прикаспия. *Ключевые слова:* видовой состав, накопление фитомассы, транслокация, растительное вещество, блоки, концентрация фосфора, запасы, баланс.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10054

Пастбищные экосистемы Северо-Западного Прикаспия функционируют в условиях аридного климата, характеризуются высокой степенью дефлированности и засоленности почвенного покрова, подверженностью антропогенной нагрузке. Почвы низменности бедны гумусом — 1.0-1.5% (за исключением луговых почв, прилегающих к прибрежным ландшафтам) и основными элементами питания растений, имеют неблагоприятный водно-солевой режим и, как следствие этого, низкую продуктивность — 5-8 ц/га (Яруллина, 1983; Усманов, 2009). Однако такая продуктивность не полностью отражает возможности фитоценозов, поскольку в приведенных данных учитывается продуктивность только фотосинтезирующей части надземной массы без учета ветоши и степного войлока.

Исследования элементного состава биомассы фитоценозов, в частности концентрации фосфора, проведены многими авторами (Яруллина, 1983; Абдулгалимов, 1986; Залибеков, 2000; Баламирзоев и др., 2008; Саидов, 2009). В них приводятся результаты по относительному содержанию фосфора и других химических элементов в воздушно-сухой надземной массе (в сене), но нет данных по концентрации их в других блоках растительного вещества: в ветоши, войлоке, живой и мертвой массе корней. Отсутствие этих данных не позволяет оценить баланс фосфора в фитоценозах основных типов почв Северо-Западного Прикаспия.

Целью данного исследования является определение факторов формирования, объемов накопления и транслокации фитомассы по блокам растительного вещества, баланса фосфора в травяных экосистемах на основных типах почв в зависимости от гидротермических условий Северо-Западного Прикаспия.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований были: солончак типичный солонцеватый легкосуглинистый, светлокаштановая карбонатная солончаковая, сильно солонцеватая супесчано-пылеватая и луговокаштановая карбонатная солончаковая, легкосуглинистая почвы на карбонатных суглинках Кочубейской биосферной станции Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского

⁻

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН 1.21«Биологическое разнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

научного центра РАН (ПИБР ДНЦ РАН). Географические координаты расположения экспериментальных участков, содержание гумуса и основных питательных элементов в почвах, тип и степень их засоленности, гидротермические условия, а также методика их определения приведены в ранее опубликованных работах (Гасанов и др., 2014, 2017). Суточное накопление растительной массы фитоценозов и фосфора, их транслокация по блокам (зеленая масса, ветошь, степной войлок, живые и мертвые корни), а также расчет баланса этого элемента в экосистемах проводились по А.А. Титляновой (1988). Расчет проводится на безморозный период года, в течение которого вегетирует естественный фитоценоз. Средняя продолжительность этого периода за 2011-2015 гг. на Терско-Кумской равнине составила 288 дней.

Результаты и обсуждение

Основной характеристикой экосистемы, которая обеспечивает прохождение биологического круговорота веществ и энергии в природе, является растительное вещество, созданное за единицу времени на единице площади. При расчетах запасов питательных элементов в фитоценозах, деструкции фитомассы и последующего их потребления растениями для создания новой продукции, учитывается транслокация по блокам растительного вещества. В условиях равнины относительно высокой продуктивностью отличается светло-каштановая почва, на которой воздушно-сухой фитомассы собрано больше, чем на лугово-каштановой, в 2,4 раза (табл. 1). Специфику такого снижения мы рассмотрели в ранее опубликованных статьях (Гасанов и др., 2014, 2017).

Таблица 1. Накопление надземной и подземной фитомассы (кг/га сутки) в блоках растительного вещества по типам почв Северо-Западного Прикаспия, 2011-2016 гг...

Блок	Тип почвы									
органического	Светло-	кашта	новая	Лугово	-кашта	новая	Солончак типичный			
вещества	M±m	S*	V**, %	M±m	S	V, %	M±m	S	V, %	
Зеленая масса	9.2±0.18	1.05	11.4	3.8±0.14	0.64	16.8	3.4±0.1	0.42	12.3	
Ветошь	14.4 ± 0.24	1.46	10.2	6.2±0.11	0.56	9.03	5.2±0.16	0.82	15.7	
Войлок	9.1±0.14	0.84	9.23	2.7±0.1	0.25	9.26	2.8±0.1	0.26	9.28	
Вся надземная масса	32.7			12.7			11.4			
Живая подземная масса	110.4±0.8	3.9	3.53	48.3±1.06	5.32	11.0	42.2±0.72	3.61	8.55	
Мертвая подземная масса	82.6±0.7	3.43	4.15	37.2±0.6	2.96	7.96	32.5±0.6	2.69	8.27	
Вся подземная масса	193.0			83.5			71.0			
Вся фитомасса	225.7			96.2			82.4			

Примечания к таблице 1: *S – стандартное отклонение; **V – коэффициент вариации.

На солончаке типичном автоморфном продуктивность фитоценоза снижается еще больше – в 2.7 раза. Для этого типа почвы характерна комплексность, когда совершенно бесплодные солончаковые пятна на низинах чередуются с бугорками, занятыми растительностью, причем не только галофитами, но и представителями семейства мятликовых (злаковых) – мортуком пшеничным (*Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski), свинороем пальчатым (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), ячменем заячьим (*Hordeum leporinum* Link.), житняком пустынным (*Agropyron desertorum* Fisch. ExLin. Schult), костром японским (*Bromus japonicas* Thunb.), мятликом луковичным (*Poa bulbosa* L.), костром растопыренным (*Bromus squarrosus* L.), костром кровельным (*Anisantha tectorum* L.), полевичкой малой (*Eragrostic minor* Host.).

Из исследуемых блоков растительного вещества (в воздушно-сухом состоянии) на всех типах почв ветоши накапливается больше, чем зеленой массы в 1.5-1.6 раза. Данный факт объясняется тем, что к концу мая-начало июня сохраняются прошлогодние запасы ветоши, к которым прибавляется еще часть ветоши, которая образовалась после завершения вегетации эфемеров текущего года.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

Обнаружена прямая корреляция между урожайностью зеленой массы (У), которая представлена эфемерами: полевичка малая (Eragrostic minor Host.), бурачок пустынный (Alussum desertorum Stapf.), мортук восточный (Eremopyrum orientale L.), костер растопыренный (Bromus squarrosus L.), костер кровельный (Anisantha tectorum L.), и ветошью (х), формируемой фитоценозом к концу вегетационного периода. Они характеризуются следующими уравнениями линейной регрессии на:

```
светло-каштановой почве: y=0.8485x-3.0015, r_{xy}=0.97, R^2=0.93; лугово-каштановой: y=1.5762+1.2286x, r_{xy}=0.99, R^2=0.98; солончаке типичном: y=1.5149+1.0851x, r_{xy}=0.96, R^2=0.94.
```

Зеленая масса на исследуемых типах почв соотносится с массой степного войлока: на светло-каштановой почве это соотношение -1:1.1, на солончаке -1:1.2 и лугово-каштановой почве -1:1.4. Объясняется это тем, что на двух последних типах почв в видовом составе фитоценозов солянки и представители разнотравья (*Artemisia taurica* Willd, *Artemisia lercheana* Web.ex Stechm.) относительно дольше держатся в блоке ветошь (4-6 месяцев), чем представители семейства мятликовых (1.5-3 месяца).

На светло-каштановой почве надземной фитомассы (зеленая масса + ветошь + войлок) накапливается больше, чем на лугово-каштановой и солончаке типичном соответственно в 2.6 и 2.9 раза. Относительно меньше формируется на последних и подземной массы: в 2.3 и 2.7 раза. По результатам пятилетних исследований рассчитаны зависимости между накоплением надземной (х) и подземной (у) массы по типам почв в условиях полупустыни:

```
светло-каштановой: y=0.9337x+89.9157, r_{xy}=0.98, R^2=0.96; лугово-каштановой: y=1.1017x+30.2881, r_{xy}=0.97, R^2=0.95; солончаке типичном: y=0.9023x+32.9248, r_{xy}=0.97, R^2=0.94.
```

Основной причиной снижения сборов фитомассы на лугово-каштановой почве и солончаке типичном, по сравнению со светло-каштановой, является годовая и сезонная динамика степени и типа засоления почвы в сторону увеличения соотношения ионов CL^- : SO_4^{2-} в зависимости от гидротермических условий (табл. 2).

Таблица 2. Динамика степени и типа засоления почв (мг-экв./ 100 г почвы) в зависимости от гидротермических условий и сезонов 2011-2013 гг. в Северо-Западном Прикаспии.

Почвенный	•	2011 г.		•	2012 г.			2013 г.	
горизонт, см	Cl.	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻ : SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻ : SO ₄ ²	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl: SO ₄ ²
		Св	етло-кашт	ановая по	чва, апрел	ь, 2-я декад	ца		
	ГТК – 1	.74;]	ГТК – 0.01	;]	ГТК – 0.6	1;
∫ увлажненности – 29.8				∫засу	шливости	- 37.3	∫ увла	жненност	ν и -7.3
A ₀₋₈	0.30	1.71	0.53	1.02	2.12	0.48	0.72	1.58	0.46
B _{1 9-20}	0.45	0.85	0.53	1.88	2.89	0.65	1.12	2.39	0.47
B _{2 21-35}	0.35	1.71	0.20	2.00	3.16	0.63	1.30	2.88	0.45
B ₂ C ₃₆₋₅₅	0.90	2.14	0.42	2.60	3.22	0.81	1.84	3.82	0.48
C 56-70	2.75	5.04	0.55	2.85	4.11	0.69	2.92	4.60	0.63
		Сь	ветло-кашт	ановая по	чва, август	г, 1-я декад	(a		
	ГТК – С).68;]	ГТК – 0.12	2;	ГТК – 0.55;		
∫зас	ушливос	сти – 63.4	1	∫ увлаж	кненности	-203.8	∫засу	шливости	-74.2
A ₀₋₈	2.42	1.96	1.24	1.11	1.87	0.59	1.48	2.24	0.66
B _{1 9-20}	2.18	2.25	0.97	1.68	2.00	0.84	1.72	2.48	0.69
B _{2 21-35}	2.55	3.13	0.82	2.23	3.24	0.60	2.00	3.30	0.60
B ₂ C ₃₆₋₅₅	2.00	3.24	0.62	2.44	3.30	0.74	2.15	3.42	0.63
C 56-70	2.84	5.87	0.48	3.02	9.85	0.62	3.00	4.85	0.62

Продолжение таблицы 2.

Почвенный		2011 г.			2012 г.			2013 г.		
горизонт, см	Cl.	SO ₄ ² -	CI: SO ₄ ²	Cl	SO ₄ ² -	Cl': SO ₄ ²	Cl.	SO ₄ ²⁻	CI: SO ₄ ²	
			Лугово-ка	аштановая	, апрель, 2	-я декада				
	ГТК – 1	.74;]	ГТК – 0.01	• •	ΓΤK – 0.61;			
∫увл	ажненно	сти – 29.	8	∫засу	шливости	− 37.3	∫засу	/ШЛИВОСТИ	1 - 7.3	
A ₀₋₁₀	2.80	1.13	2.48	4.82	1.75	2.75	3.30	1.50	2.20	
B _{1 10-23}	4.35	2.15	2.03	6.13	2.84	2.16	4.82	3.20	1.51	
B _{2 23-35}	14.04	23.20	0.60	15.30	18.74	0.82	14.42	21.31	0.68	
C _{1 36-60}	12.22	27.40	0.45	13.20	23.90	0.55	14.11	24.50	0.58	
C _{2 60-75}	12.40	7.55	1.38	10.41	10.56	1.00	11.5	6.52	1.76	
C _{3 90-100}	14.77	7.10	2.08	11.32	7.80	1.45	12.2	7.75	1.57	
			Лугово-ка	аштановая	, август, 2	-я декада				
	ГТК – 0.68;					2;		ГТК – 0.55		
∫зас	ушливос	ти – 63.4		∫увлаж	кненности	− 203.8		шливости	− 74.2	
A ₀₋₁₀	6.25	2.04	3.06	3.82	1.54	2.48	3.88	2.21	1.76	
B _{1 10-23}	8.00	3.60	2.22	5.20	3.01	1.73	6.15	2.86	2.15	
B _{2 23-35}	11.00	19.78	0.56	12.51	20.51	0.61	10.20	18.73	0.54	
C _{1 36-60}	10.00	25.20	0.40	14.77	31.20	0.47	13.31	26.61	0.50	
C _{2 60-75}	12.00	8.74	1.37	13.15	10.72	1.23	10.88	13.17	0.83	
C _{3 90-100}	13.00	7.54	1.72	15.31	7.31	2.09	14.25	9.20	1.55	
		Солонч	ак типичн	ый автомо	рфный, аг	прель, 2-я д	цекада			
	ГТК – 1	-		_	ГТК – 0.01	•		ГТК – 0.61		
Ј увл	ажненно	сти – 29.		Јзасу	шливости	− 37.3	∫ увлажненности – 7.3			
A ₀₋₈	2.80	1.13	2.48	4.82	1.75	2.75	3.30	1.50	2.20	
B _{1 8-14}	4.35	2.15	2.03	6.13	2.84	2.16	4.82	3.20	1.51	
B _{2 14-30}	14.04	23.20	0.60	15.30	18.74	0.82	14.42	21.31	0.68	
BC ₃₀₋₄₀	12.22	27.40	0.45	13.20	23.90	0.55	14.11	24.50	0.58	
C _{1 40-58}	12.40	7.55	1.38	10.41	10.56	1.00	11.50	6.52	1.76	
C _{2 58-70}	14.77	7.10	2.08	14.82	10.22	1.45	12.20	7.75	1.57	
		Солонч	ак типич			вгуст, 1-я д	екада			
	$\Gamma TK - 0.$				TK - 0.12;		•	ГТК – 0.55	*	
Јзасу	/шливост	1			ненности -	1		шливости		
A ₀₋₈	6.25	2.04	3.06	3.82	1.54	2.48	3.88	2.21	1.76	
B _{1 8-14}	8.00	3.60	2.22	5.20	3.01	1.73	6.15	2.86	2.15	
B _{2 14-30}	11.00	19.78	0.56	12.51	20.51	0.61	10.20	18.73	0.54	
BC ₃₀₋₄₀	10.00	25.20	0.40	14.77	31.20	0.47	13.31	26.61	0.50	
C _{1 40-58}	12.00	8.74	1.37	13.15	10.72	1.23	10.88	13.17	0.83	
C _{2 58-70}	13.00	7.54	1.72	15.31	7.31	2.09	14.25	9.20	1.55	

В годы с благоприятными гидротермическими условиями в период формирования урожая эфемеров (2011 г.) засоленность горизонтов $A,\,B_1$ и B_2 светло-каштановой почвы характеризовалась как слабая, B_2C — как средняя при хлоридно-сульфатном типе засоления. Начиная с горизонта C прослеживается сильная степень засоления при том же хлоридно-сульфатным типе. На лугово-каштановой почве средняя степень засоленности наблюдалась с верхнего горизонта; на глубине 10-23 см отмечена сильная, а далее в горизонтах C_1 - C_3 — очень сильная. Изменился и химизм засоления

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

почвы — преобладающим стал сульфатно- хлоридный тип. На солончаке типичном отмечается сильная засоленность, с глубины 30 см — очень сильная.

В 2013 г. период формирования фитомассы эфемеров имел незначительный интеграл увлажненности, показатель ГТК по С.А. Сапожниковой, характеризовался как очень засушливый, по Г.Т. Селянинову — недостаточного увлажнения (Агроклиматические ..., 1975). В этих условиях степень засоленности светло-каштановой почвы до 55 см соответствовала средней, ниже этого слоя — сильной, а тип засоления по всему почвенному профилю — хлоридно-сульфатному. До 23 см от поверхности почвы и глубже 60 см лугово-каштановая почва имела сульфатно-хлоридное засоление, между этими слоями — хлоридно-сульфатное. Степень засоленности почвы с поверхности характеризовалась как сильная, глубже 36 см — очень сильная, на солончаке типичном горизонты А и В₁ — сильная, нижележащие — очень сильная.

В 2012 г. период накопления фитомассы эфемеров был более засушливым, чем в 2011 и 2013 гг. В данный период формировался не интеграл увлажненности, характерный для этого периода года в 2011 и 2013 гг. (соответственно 29.8 и 7.3), а интеграл засушливости (37.3). Тип (хлоридносульфатный по всему профилю) и степень засоленности (средняя до горизонта С и сильная глубже него) светло-каштановой почвы были такими же, как в 2013 г., но с относительно низкими показателями по содержанию ионов СГ, SO_4^{2-} и их соотношению. Такое соотношение относится к солончаку типичному, по которому тип и степень засоления по всем горизонтам были одинаковыми. На лугово-каштановой почве они также оказались одинаковыми, за исключением горизонта A, где химизм засоления в 2012 г. характеризовался как хлоридный, в 2013 г. – как сульфатно-хлоридный.

Гидротермические условия Терско-Кумской низменности во второй половине лета, когда формируется биомасса галофитов и разнотравья, были более неблагоприятными, чем в весеннелетний период. В 2011 г. в этот период формировались высокие показатели интеграла засушливости, в связи с чем слабая степень засоленности светло-каштановой почвы в слое 0-35 см в период формирования урожая эфемеров сменилась на среднюю в наиболее ответственный период для формирования урожая галофитов и разнотравья. На лугово-каштановой почве средняя и сильная степень засоленности по слоям 0-10 см и 10-23 см сменилась соответственно на сильную и очень сильную.

Вторая половина лета 2012 г. выдалась более влажной, чем в другие годы исследований. За июнь-июль выпало 201 мм осадков, это больше, чем в 2011 и 2013 гг. в 1.5 и 4.1 раза, интеграл засушливости сменился на интеграл увлажненности. Хотя средняя температура воздуха за июнь-август составила 25.4°С, не наблюдалось подтягивания водорастворимых солей в верхние слои. В этом же году в слое 0-20 см светло-каштановой почвы отмечена слабая степень засоления почвы, в 2011 и 2013 гг. – средняя. Лугово-каштановая почва до 23 см с поверхности была засолена в средней степени при хлоридно-сульфатном типе.

Проявляется отчетливая зависимость степени и химизма (типа) засоления исследуемых типов почв от сезонных колебаний гидротермических условий.

При удовлетворительном естественном увлажнении по С.А. Сапожниковой (Агроклиматические ..., 1975) в условиях Терско-Кумской низменности благоприятный водносолевой режим, позволяющий поддержать слабую степень засоленности в слое 0-35 см и среднюю в слое 36-55 см на светло-каштановой почве создается при хлоридно-сульфатном типе засоления. На лугово-каштановой почве степень засоленности по этим же слоям изменяется от среднего до очень сильного, на солончаке типичном — от сильного до очень сильного. В результате на этих почвах снижается продуктивность надземной и подземной фитомассы соответственно в 2.3 и 2.6 раза и в 2.7 и 2.9 раза по сравнению со светло-каштановой почвой.

Транслокация зеленой массы в ветошь, а в дальнейшем и в войлок, протекает достаточно интенсивно, несмотря на засушливость климата на данной территории.

Почвы региона относительно бедны фосфором и другими питательными элементами. Недостаток фосфора в почве, особенно в начальный период жизни растений, вызывает ряд отклонений от нормального протекания процессов поглощения и накопления веществ. Этот элемент включается в состав органических веществ, в первую очередь аденозинтрифосфата (АТФ), выполняя решающую роль в интенсификации процессов роста, развития и формирования продуктивности фитоценозов (Андреенко, 1967). Фосфор наравне с углеродом, кислородом и азотом является важнейшим биофильным элементом, без которого невозможен биогеохимический круговорот веществ в природе

(Ковда, 1976).

На территории Терско-Кумской низменности в исследуемых фитоценозах фосфор больше всего концентрируется в зеленой массе. В ветоши концентрация фосфора снижается в 3.2-3.4 раза, в войлоке – в 1.4-1.5 раза. Показатели фосфора в корневой массе занимают промежуточное положение между концентрацией его в ветоши и войлоке, уступая содержанию в зеленой массе в 2.1-2.5 раз.

Запасы фосфора на разных типах почв соответствуют количеству накопленной фитомассы. Урожайность надземной фитомассы на светло-каштановой почве превышает показатели, полученные на лугово-каштановой почве в 2.7 раза, подземной — в 2.3 раза, на солончаке типичном — соответственно в 3.0 и 2.7 раза. Запасы фосфора в зеленой массе составляют 1.6 кг/га, в ветоши — 0.7 кг/га, в войлоке — 1.0 кг/га, в подземной массе 13.5 кг/га на светло-каштановой почве, соответственно 0.6; 0.3; 0.3; 5.8 кг/га на лугово-каштановой почве, 0.5; 0.3; 0.3; 5.0 кг/га на солончаке типичном.

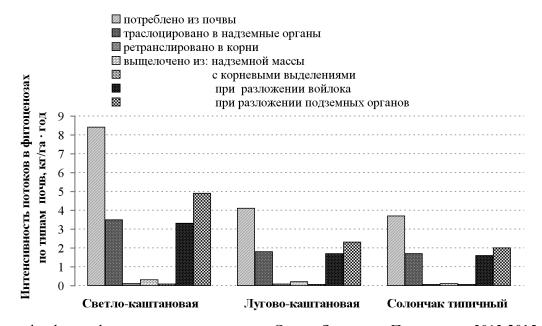


Рис. Баланс фосфора в фитоценозах по типам почв Северо-Западного Прикаспия в 2013-2015 гг.

При расчетах количества фосфора, выщелоченного из надземных органов фитоценозов, и прижизненных выделений из подземных органов нами приняты данные А.А. Титляновой (1988), уточненные для природных условий региона. Согласно балансу в надземные органы из светло-каштановой почвы транслируется 41.7% потребленного фитоценозом фосфора (8.4 кг/га·год) (рис.). Остальная часть выщелачивается и ретранслируется в подземные органы растений. При разложении степного войлока обратно в почву возвращается 3.3 кг/га год (39.9%), из подземных органов 58.3%. На лугово-каштановой почве показатели интенсивности потоков фосфора снижаются в 1.9 раза, на солончаке типичном − в 2.0 раза.

Заключение

По результатам многолетних исследований выявлено, что в условиях полупустыни на светло-каштановой почве накапливается $9.2~\rm kr/ra$ в сутки фотосинтезирующей массы, $14.4~\rm kr/ra$ в сутки ветоши, $9.1~\rm kr/ra$ в сутки степного войлока. На лугово-каштановой почве эти показатели снижаются до $6.2~\rm u$ $2.7~\rm kr/ra$ в сутки, солончаке типичном — до $5.2~\rm u$ $2.8~\rm kr/ra$ в сутки. Соотношение надземной фитомассы к подземной на светло-каштановой почве составляет 1:5.9, на лугово-каштановой — 1:7.6, на солончаке типичном автоморфном — 1:6.3, что является свидетельством более благоприятного водного режима светло-каштановой почвы.

Рассчитаны интегралы засушливости и увлажненности по периодам вегетации эфемеров, разнотравья и солянок в условиях полупустыни. Приведена динамика степени и химизма засоления почв в зависимости от гидротермических коэффициентов и интегралов засушливости и увлажненности.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

В фитоценозах всех типов почв Терско-Кумской низменности фосфор больше всего концентрируется в зеленой массе, в ветоши он снижается в 3.2-3.4 раза, в войлоке — в 1.4-1.5, в корневой массе — в 2.1-2.5 раза. Запасы фосфора соответствуют концентрации элемента в накопленной фитомассе. Количество возвращенного в почву и закрепленного в ветоши фосфора превышает величину потребленного на создание фитомассы на всех типах почв на 4.5-14.3%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдулгалимов Э.Н. 1986. Химический состав и питательная ценность кормов в Дагестанской АССР. Дагкнигоиздат. Махачкала. 41 с.
- Агроклиматические ресурсы Дагестанской АССР. 1975. Л.: Главное управление Гидрометеослужбы при СМ СССР. Гидрометиздат. 111 с.
- Андреенко С.С. 1967. Физиологическая роль макроэлементов (P, S, K, Ca, Mg) и кислотности внешней среды. Фосфор // Физиология сельскохозяйственных растений. Том 11. М.: МГУ. С. 90-99.
- *Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М-Р, Аджиев А.М., Муфараджев К.Г.* 2008. Почвы Дагестана. Экологические аспекты их рационального использования. Махачкала: Дагкнигоиздат. 335 с.
- Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М., Ахмедова З.Н., Абдулаева А.С., Баширов Р.Р., Султанахмедов М.С., Салихов С.А. 2014. Гидротермические условия формирования видового состава и продуктивности фитоценозов Северо-Западного Прикаспия (на примере Терско-Кумской низменности) // Аридные экосистемы. Т. 20. № 4 (61). С. 93-98.
- Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М., Ахмедова З.Н., Абдулаева А.С., Баширов Р.Р. 2017. Зависимость урожайности пастбищных фитоценозов на различных типах почв Северо-Западного Прикаспия от экологического фактора и ФАР // Аридные экосистемы. Т. 23. № 2 (71). С. 24-28.
- Залибеков З.Г. 2000. Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров. М.: Наука. 219 с.
- Ковда В.А. 1976. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком // Материалы VII Пленума СКОПЕ. Москва, 15-22 ноября 1974 г. М.: Наука. С. 19-85.
- *Саидов А.К.* 2009. Опустынивание почв водно-аккумулятивных равнин аридных областей Юга России на примере почв Кизлярских пастбищ Дагестана. Дис. ... докт. биол. наук. М. 398 с.
- *Титлянова А.А.* 1988. Продуктивность травяных экосистем // Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / Ред. В.Б. Ильин. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е. С. 109-127.
- *Усманов Р.3.* 2009. Экологическая оценка и научные основы восстановления природного потенциала деградированных почв Северо-Западного Прикаспия. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Махачкала. 46 с.
- Яруллина Н.А. 1983. Первичная биологическая продуктивность почв дельты Терека. М.: Наука. 90 с.

= ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =

УДК 634.8:663.2:631

О РОЛИ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВИНОГРАДНЫХ РЕСУРСОВ ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНОВ 1

© 2019 г. З.К. Бахмулаева, О.К. Власова, С.А. Магадова, Р.З. Гасанов

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН Россия, 367025, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: bahmulaeva@mail.ru

Поступила в редакцию 14.11.2017. После доработки 07.07.2018. Принята к публикации 16.09. 2018.

Представлены результаты изучения качественного и количественного состава компонентов полифенольного комплекса винограда интродуцированных сортов Ркацители и Молдова, произрастающих в засушливых условиях северо-западной части равнинной зоны Дагестана как модельного образца, характерного для южных регионов России. Определено содержание комплекса фенольных соединений, витаминов, редуктонов в винограде и продуктах его переработки. Дана оценка антиоксидантной активности отдельных структурных элементов грозди: мякоти, кожицы, семян и гребней. Полученные данные использованы при разработке технологических режимов переработки исследованных сортов для приготовления вин и виноматериалов.

Ключевые слова: виноград, Ркацители, Молдова, виноматериал, полифенолы, антиоксиданты, равнина, предгорье, концентрация, органолептическая характеристика, засушливые условия.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10055

Фенольные соединения – обширная группа органических веществ, содержащихся в растениях, пищевых продуктах и напитках растительного происхождения. Виноград по сравнению с другими культурными растениями наиболее богат фенольными соединениями, обладающими антиоксидантной активностью.

В последнее время особенный интерес проявляют к исследованиям, посвященным изучению нутриентов винограда с целью определения биохимического статуса виноградного растения в различных условиях интродукции. Они имеют важное значение и при разработке программ по предотвращению процесса опустынивания и использования экологических ресурсов в засушливых районах.

Учитывая, что ряд микрорайонов республики расположены в экологически засушливой полупустыне, характерной южным регионам России, где почвенный покров подвержен в различной степени деградации, опустыниванию, одним из основных мероприятий по стабилизации экологической обстановки и защиты биологического потенциала почв является посадка виноградных насаждений, которая позволяет поднять плодородие почв и получать высококачественную продукцию винограда.

Виноград является продуктом питания повышенной ценности, благодаря наличию в нем целого ряда биологически активных веществ, в том числе и антиоксидантов (Бахмулаева и др., 2012; Методика ..., 2007). Они являются большой группой активных соединений, содержащихся в растениях, нейтрализующих в организме свободные радикалы.

Антиоксиданты защищают мембраны клеток, ДНК, липиды от повреждений, препятствуют автолизу лизосом, митохондрий, различных структур ядра, оказывая в целом цитозащитный эффект (Lyu, Blum, 1990; Levin et.al., 2017). Важность выполняемых ими функций в аридных условиях привлекает внимание исследователей к анализу их количественного содержания в исследуемых объектах.

Цель работы – получение данных, характеризующих биохимические и технологические свойства

_

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 41 «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России».

винограда, выращенного в засушливых условиях северо-западной части равнины и предгорья Дагестана, позволяющих выявить закономерности формирования компонентов фенольного комплекса в ягодах и продуктах их переработки.

Объекты, методы и районы исследований

Объектами исследований являлись ягоды, грозди, сусло и виноматериалы интродуцированных сортов Ркацители и Молдова, культивируемые на равнине и в возвышенной части равнинной зоны. Исследовались растения, произрастающие в засушливых условиях, характерных регионам юга России, где почвенный покров подвержен аридизации.

Оба сорта размещены в микрорайоне равнинной зоны Дагестана с отметкой 43 м н.у.м. БС. Годовое количество осадков 247-360 мм, при сумме активных температур 4160-4170°С. Климат умеренно-теплый, со среднегодовой температурой 10.9°С и июльской 24.1°С, с гидротермическим коэффициентом 0.7. Почвы каштановые, карбонатные, с признаками слабого засоления. Размещение виноградников на слабо- и среднезасоленных почвах при отсутствии грунтовых вод, в основном, отвечает требованиям культуры винограда для производства вин (Аджиев, 2009).

Сорт Молдова размещен в микрорайоне возвышенной части равнинной зоны, на высоте 237 м н.у.м. БС, для которого характерна небольшая расчлененность рельефа. Климат отличается некоторым увеличением количества осадков – 500-700 мм, с суммой активных температур 2900-3200°С. Среднегодовая температура 9-11°С.

Для исследования отбирали грозди винограда при наступлении технической зрелости, срезая их со средней части плодоносящих побегов. Из полученной продукции по различным технологическим схемам были приготовлены и исследованы опытные образцы. Знание их химического состава, количественного содержания компонентов антиоксидантного комплекса, органолептической характеристики позволяют оценить технологические возможности винограда при аридизации как сырья, определить новационные (современные) способы его рационального использования.

В виноматериалах выявлены и количественно определены концентрации сахаров, титруемых кислот, фенольных, красящих веществ, лейкоантоцианов, редуктонов, по методикам, используемым в энохимии (Гержикова, 2009). Рутин определяли колориметрически (ФЭК-56 М) при длине волны 420 нм после предварительной экстракции этиловым спиртом. Аскорбиновую кислоту — методом, основанным на её редуцирующих свойствах, титрованием раствором 2.6-дихлорфенолиндофенола (Ермаков и др., 1986). Суммарное содержание антиоксидантов измеряли на приборе ЦВЕТ ЯУЗА 01-АА, используя градуировочный график зависимости выходного сигнала от концентрации галловой кислоты. Метод основан на измерении силы электрического тока, возникающего при окислении молекул антиоксиданта на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале (Яшин и др., 2007). Достоверность полученных отличий определяли с использованием t-теста Стьюдента при р≤0.05.

Результаты и обсуждение

Соотношение сахара и кислот является главным критерием для определения качества винограда в аридных условиях. Содержание сахаров, представленных в винограде, в основном, в виде моносахаридов глюкозы и фруктозы, являющихся сильными восстановителями, может достигать 30% и выше (Кушнерева и др., 2012). В сусле, приготовленном из винограда сортов Ркацители и Молдова, произрастающих на одном участке в засушливых условиях равнины, концентрация сахаров и титруемых кислот была примерно одинакова (табл. 1). Относительно высокая титруемая кислотность зафиксирована в винограде Молдова с вышерасположенного участка на высоте 237 м над уровнем моря. Выявленные различия отразились на значении глюкоацидометрического показателя (ГАП), который у Молдова с равнины составил 2.6; для винограда вышерасположенного участка — 2.1, для Ркацители, выросшего на нижерасположенном участке равнины, — 2.5. Эти значения ГАП свидетельствуют о том, что экологические условия на опытных участках северо-западной части Дагестана с изменением высоты местности, соотношением влаги и тепла, являются благоприятными для роста и развития изучаемых сортов.

Активную роль в метаболизме растений играют фенольные соединения. Большая часть их представлена вторичными метаболитами – флавоноидами, проявляющими ярко выраженную антиоксидантную активность, служащими для защиты фотосинтетического и генетического аппарата

от высоких температур и поражения вирусными инфекциями. Многие из них оказывают влияние на окисление субстратов клеточного дыхания, входят в полисахаридные комплексы клеточной стенки, служат запасными веществами в метаболизме растений (Харборн, 1985; Запрометов, 1993). К ним относятся полифенольные (дубильные), красящие вещества, лейкоантоцианы, рутин. Их существенная роль заключается в способности тормозить перекисное окисление липидов мембран, белков, углеводов. Флавоноиды интересны с фармакологической и терапевтической точек зрения. Они же, наряду с другими веществами, являются важнейшими показателями, характеризующими биохимический статус винограда в засушливых климатических условиях. Обнаружено, что технологический запас суммы фенольных веществ (ТЗСФВ), определяемый в сусле после 30-минутного контакта его с мезгой при температуре 70°С, варьирует в пределах 2371.5-3105.0 мг/дм³ (табл. 1). ТЗСФВ ягод красного сорта Молдова, культивируемого в засушливых условиях равнины, составил 2826.0 мг/дм³, что в 1.2 раза больше по сравнению с ТЗСФВ в сорте Ркацители, произрастающем на этом же участке. В ягодах винограда Молдова, выращенном на вышерасположенном участке, ТЗСФВ самый высокий. Концентрация фенольных веществ в соке тоже значительно меняется в зависимости от сорта и высотных отметок места произрастания.

Таблица 1. Химический состав ягод винограда в зависимости от высотных отметок.

	Сорт, место произрастания			
Показатели	Ркацители,	Молдова,	Молдова, повышенная	
	равнина	равнина	верхняя полоса	
Caxap, г/100см ³	18.4±0.06	18.0±0.06	17.1±0.06	
Органические кислоты, г/дм ³	7.2±0.06	6.8±0.04	8.0±0.04	
ГАП	2.5	2.6	2.1	
$T3C\Phi B$ в ягоде, мг/дм ³	2371.5±27.0	2826.0±29.0	3105.0±32.0	
Красящие вещества, мг/дм ³	_	125.8±3.1	141.2±3.1	
Лейкоантоцианы, мг/дм ³	183.8±8.0	264.3±14.3	282.2±16.0	
Рутин, мг/дм ³	94.8±4.0	112.1±4.2	125.0±4.3	
Сумма фенольных веществ, мг/дм ³	414.3±4.7	443.0±6.0	603.0±13.5	
Редуктоны, мг/дм ³	12.3±0.4	17.0±0.6	21.0±0.8	
Аскорбиновая кислота, мг/дм ³	9.9±0.15	14.6±0.16	16.7±0.20	

При определении лейкоантоцианов винограда получены сведения о формировании этих активных, легко окисляемых представителей флавоноидов, обладающих Р-витаминным свойством. Установлено, что среди других фенольных веществ в созревшей ягоде они занимают наибольший удельный вес (до 60%). Лейкоантоцианы принимают участие в создании защитных механизмов растений от засушливых условий, чем больше их в ягоде, тем устойчивее сорт к засухе и фитопатогенным микроорганизмам. В винограде изучаемых сортов, произрастающем в одинаковых почвенно-климатических условиях, концентрация лейкоантоцианов варьирует в пределах 183.8-282.2 мг/дм³. Большее количество лейкоантоцианов определено в винограде сорта Молдова, выращенном в условиях повышенного рельефа местности. У него выше и содержание редуктонов, представляющих комплекс органических веществ с высокой восстанавливающей способностью, по сравнению с виноградом этого сорта, возделываемого на участке при уменьшении высотных отметок, (17.0 мг/дм³). Основная причина — увеличение засушливости климата в регионе равнинного Дагестана.

Аскорбиновая кислота и рутин — относятся к важнейшим показателям пищевой ценности винограда. Они выполняют в растении разнообразные функции, участвуют в регулировании роста, в процессе дыхания и фотосинтезе, влияют на активность ферментов, поддерживают окислительновосстановительное равновесие в живой системе, обеспечивая нормальное преобразование в тканях (Гудковский, 2001). Содержание рутина в ягодах винограда сорта Молдова, произрастающем на равнине, в 1.2 раза больше, чем у Ркацители с этого же участка. Большая разница между сортами отмечена по концентрации витамина С: в 1.5 раза на равнине; на участке с относительно высокой отметкой, где количество осадков в два раза больше, а сумма активных температур на 970-1300°С

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

ниже, содержание аскорбиновой кислоты у Молдова в 1.7 раза выше, чем у Ркацители.

Значимость выполняемых антиоксидантами функций привлекает внимание исследователей к анализу их количественного содержания в отдельных элементах грозди, особенно при разработке технологий, предусматривающих контакт структурных элементов грозди с суслом при переработке винограда. Выявлено, что суммарное содержание антиоксидантов в мякоти очень мало как у белого, так и красного сорта. Отмечается его увеличение в кожице, гребнях и семенах с преобладанием в семенах растений, произрастающих на возвышенной части равнинной зоны (табл. 2).

Сорт, место	Cy	Суммарное содержание антиоксидантов, мг/г			
произрастания	мякоть	кожица	семена	гребни	
Ркацители, равнина	0.30	0.68	3.44	2.20	
Молдова, равнина	0.29	1.76	6.87	2.95	
Молдова, повышенная верхняя полоса	0.22	1.60	8.05	2.82	

Таблица 2. Суммарное содержание антиоксидантов в структурных элементах грозди.

Результаты определения компонентов антиоксидантного комплекса опытных виноматериалов (табл. 3) выявили синергизм в отношении веществ, влияющих на окраску, вкусовые достоинства, формирование горечи, терпкости, бактерицидности напитка при изменении климатических условий. Указанные свойства повышают вязкость вина, образуют прочные адсорбционные слои, увеличивают пенообразующую способность. Шампанские материалы по принятым нормам должны иметь фенольные вещества в количестве не более 300.0 мг/дм³, что соответствует полученным в наших экспериментах данным.

	Сорт, вариант технологии				
Показатели, мг/дм ³	Ркацители, без контакта с мезгой	Ркацители, без эндогенного антиоксиданта	Молдова, брожение сусла на мезге	Молдова, нагрев мезги	
Красящие вещества	_	_	317.8±8.4	329.7±8.6	
Лейкоантоцианы	54.1±0.8	75.9±3.2	603.2±20.4	728.0±21.3	
Рутин	88.0±3.8	84.0±4.0	100.0±4.2	108.0±4.0	
Сумма фенольных веществ	324.0±2.8	324.0±2.8	1026.0±6.8	1512.0±12.7	
Редуктоны	10.6±0.05	5.3±0.03	45.7±1.1	56.3±1.2	
Аскорбиновая кислота	3.51±0.16	4.32±0.20	10.8±0.15	9.18±0.20	
CCA	84.6	88.9	121.3	175.4	
Направление использования	шампанский, виноматериал	коньячный, виноматериал	вино красное натуральное	вино красное натуральное	
Органолептическая оценка, балл	8.7	8.5	9.2	9.8	

Таблица 3. Показатели антиоксидантного комплекса виноматериалов.

Содержание лейкоантоцианов в виноматериале сортов Ркацители и Молдова варьировало в пределах $54.1-728.0~{\rm Mг/дm^3}$, а редуктонов, препятствующих окислению вина и являющихся восстановителями, $-5.3-56.3~{\rm Mг/дm^3}$. Отмечено уменьшение количества витаминов в виноматериалах, полученных из винограда обоих сортов во всех вариантах, по сравнению с суслом винограда, что объясняется контактом его с кислородом воздуха в процессе переработки.

Выявленные различия в величине показателей антиоксидантного комплекса связаны с неодинаковым содержанием их в сырье, зависящем от сортовой принадлежности, влияния аридных климатических условий, длительностью контакта сусла с кислородом воздуха и твердыми структурными элементами ягоды.

Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) виноматериалов варьировало в зависимости от

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

сорта и технологических приемов в пределах 84.6-175.4 мг/дм³. Меньшее количество обнаружено у образцов, в производстве которых минимизирован контакт сусла с кожицей и семенами. Они светло-соломенного цвета; с легким нежным сортовым ароматом, гармоничные, обладают незначительной спиртуозностью при сравнительно высокой кислотности, приятной свежестью. Образцы, полученные сбраживанием мезги, обработанной теплом, в сравнении с приемом, осуществляемым без нагрева, обладали значительно большей антиоксидантной активностью. Они гранатового цвета, со свежим гармоничным вкусом.

Выводы

Изучена способность виноградного растения сортов Ркацители и Молдова, адаптированных к почвенно-климатическим условиям северо-западной части равнинного Дагестана к синтезу комплекса фенольных и других соединений, связанных с антиоксидантной активностью. Показано, что содержание их в ягоде зависит от экологических факторов места произрастания, суммы активных температур, количества выпавших осадков и сортовой принадлежности.

Увеличение степени влажности на высоте 230-240 м над уровнем моря способствует накоплению в ягодах Молдова красящих веществ, лейкоантоцианов, рутина при технологическом запасе суммы фенольных веществ 3105.0 мг/дм³. В аридных условиях ТЗСФВ у этого сорта на 10% ниже и составляет 2826.0 мг/дм³, у Ркацители – 2371.5 мг/дм³.

Выявлено, что суммарное содержание антиоксидантов в мякоти у белого и красного сортов накапливается в количестве -0.22-0.30 мг/г. Значительно выше оно в кожице, гребнях и семенах (0.68-8.05 мг/г).

Виноград сорта Ркацители, произрастающий в засушливых условиях равнины Дагестана, отличается способностью синтеза и перехода в сусло оптимального количества полимерных фенольных соединений, рекомендуемого в производстве шампанских и коньячных виноматериалов. Значительное содержание углеводов, фенольных веществ и других антиоксидантов, сформированных в ягодах изучаемых сортов, свидетельствует об уникальных свойствах этих ресурсов и позволяет рекомендовать их для употребления в свежем виде в энотерапии, в производстве высококачественных продуктов питания, обосновывает возможность наиболее рационального использования природного потенциала агроландшафтов этой аридной зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аджиев А.М. 2009. Виноградарство Дагестана. Махачкала: Дагестанское книжное Издательство. 287 с.

Бахмулаева3.К.,Власова О.К., Магадова С.А. 2012. Антиоксидантный комплекс винограда, произрастающего в экотопах различных вертикальных поясов // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. Т. 14. № 1 (9).С. 2178-2180.

Гержикова В.Г. 2009. Методы технохимического контроля в виноделии. 2-е издание. Симферополь. 304 с.

Гудковский В.А. 2001. Антиоксидантные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка с/х сырья. № 4. С. 13-19.

Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. 1986. Методы биохимического исследования растений. М.: Агропромиздат. 160 с.

Запрометов М.Н. 1993. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука. 271 с.

Кушнерева Е.В.,Гугучкина Т.И., Панкин М.И., Агеева М.М. 2012. Изменение концентрации сахара и органических кислот в процессе созревания виноградной ягоды // Известия вузов. Пищевая технология. № 1. С. 34-36.

Харборн Дж. 1985. Введение в экологическую биохимию. М.: Мир. 311 с.

Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах лекарственных растений амперометрическим методом. 2007. Свидетельство об аттестации № 31-07 от 04.05.2007. Номер в Федеральном реестре ФР. 1.31.2007.03975.

Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И. 2007. Антиоксиданты в красном вине и их определение амперометрическим методом // Виноделие и виноградарство. № 6. С. 22-23.

Levin E., Lopez-Martinez G., Fane B., Davidowitz G. 2017. Hawkmoths use nectar sugar to reduceoxidative damage from flight // Science. 17 Feb 2017. Vol. 355. Issue 6326. P. 733-735.

Lyu S.W., *Blum U.J.* 1990. Effects of ferulic acid, an allelopathic compound, on net P, K, and wateruptake by cucumber seedlings in a split-root system // Journal of Chemical Ecology. Vol. 16. № 8. P. 2429-2439.

= ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =

УДК 599.322.2; 574.34

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ТАРБАГАНА (*MARMOTA SIBIRICA* RADDE, 1862) В ДАУРСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ И ФЕДЕРАЛЬНОМ ЗАКАЗНИКЕ «ДОЛИНА ДЗЕРЕНА»

© 2019 г. Ю.А. Баженов

Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН Россия, 672014, Забайкальский край, г. Чита, ул. Недорезова, д. 16 корп. А. E-mail: uran238@ngs.ru Поступила 28.01.2018. После доработки 12.05. 2018. Принята к публикации 15.12. 2018.

С 2010 по 2017 гг. проведены полевые исследования размещения и численности тарбагана (монгольского сурка) в приграничной с Монголией и Китаем части Забайкальского края (Россия). Рассматриваемая территория входит в состав федеральных особо охраняемых территорий: Даурского заповедника и заказника «Долина дзерена». Показано, что к 2017 г. численность тарбагана на этой территории достигла более чем 2000 семей. Наилучшее восстановление идет на тех участках, где плотность населения тарбагана исторически была максимальной (Нерчинский хребет у границы с Монголией). Сохранению исходных поселений сурков благоприятствовали инженерно-технические сооружения на границе и особый пограничный режим. Миграция сурков из Монголии перестала играть важную роль в поддержании приграничных популяций сурков на рассматриваемом участке границы России и Монголии.

Ключевые слова: монгольский сурок, Забайкалье, Красная книга, восстановление численности.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10056

Тарбаган, или монгольский сурок – «ключевой» вид млекопитающих степных экосистем Центральной Азии (Murdoch et al., 2009; Yoshihara et al., 2009). Численность вида к началу XX века катастрофически снизилась на основной части ареала в Монголии, в связи с чем с 2005 года охота на тарбагана в этой стране запрещена (Townsend, Zahler, 2006; Kolesnikov et al., 2009; Townsend, 2009), а в списке МСОП вид числится под категорией Endangered A2 ad. В России в Красную книгу из трех приграничных с Монголией популяций включены две: Тывы (сокращается в численности) и Юго-Восточного Забайкалья (под угрозой исчезновения). В прошлом плотность населения тарбагана в Юго-Восточном Забайкалье была одной из самых высоких в России и была сопоставима с оптимальными местообитаниями в Монголии, но в результате сначала массовых противочумных мероприятий, а затем – неумеренного промысла популяция, оказалась на грани исчезновения (Бром, 1945; Некипелов, 1957; Кирилюк, Пузанский, 2012). Информация о современной численности тарбагана и ее динамике в Юго-Восточном Забайкалье крайне скудна и во многом основана на попутных опросных и экспертных оценках (Белов, 2007; Кирилюк, Пузанский, 2012; Кардаш и др., 2015). В данной статье приведены результаты нескольких лет изучения состояния популяции тарбагана на территории Даурского государственного природного заповедника, федерального заказника «Долина дзерена» и их окрестностей, являющейся важнейшим участком ареала тарбагана в Юго-Восточном Забайкалье.

Материалы и методы

Даурский государственный природный биосферный заповедник расположен в Юго-Восточном Забайкалье у государственной границы России с Монголией (рис.). Заповедник создан в 1987 г. и состоит из нескольких кластеров, частично объединенных охранной зоной. Основная часть территории заповедника — акватория оз. Барун-Торей, степные наземные участки представлены преимущественно в охранной зоне. В 1992 г. заповедник вошел в состав международного заповедника «Даурия», включающего также монгольскую строго охраняемую природную территорию «Монгол Дагуур» и китайский заповедник «Хулун-Нур» («Далай-Нор»). В тот же год, в состав Даурского заповедника вошли участки горного степного массива Адун-Челон. Заказник

федерального значения «Долина дзерена» площадью 213838 га расположен вдоль государственной границы России и Монголии и с запада примыкает к охранной зоне Даурского заповедника (рис.). Заказник создан в 2011 г. и находится под управлением Даурского заповедника. В 2017 г. большая часть Даурского заповедника и заказника «Долина дзерена» вошла в состав объекта всемирного наследия ЮНЕСКО «Степи Даурии».

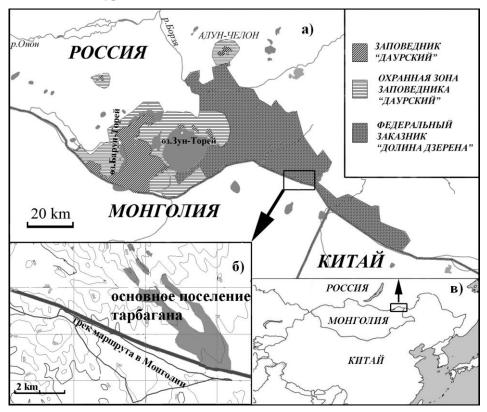


Рис. Схема расположения Даурского заповедника, его охранной зоны и федерального заказника «Долина дзерена» (а), расположение основного и смежных поселений тарбагана в заказнике «Долина дзерена» (в) и трек обследования приграничной полосы Монголии в мае 2016 года (б).

Полевые исследования проводили с 2010 г. ежегодно. В небольших поселениях сурков проводился полный учет семейных участков с фиксацией географических координат жилых нор в их центре. Семейные участки выделялись на основании характера использования нор и расположения троп, при длительных наблюдениях – визуально при наблюдении в утренние и вечерние часы в бинокль. В единственном большом поселении в заказнике «Долина дзерена» применен метод пешего маршрутного учета семейных нор с ограниченной полосой учета (50 м). Суммарная длина учетных маршрутов на этом участке составляла от 25 до 50 км за учетный сезон. Применявшаяся методика соответствует первому этапу методики, принятой для байбака Marmota bobak (Машкин, Челинцев, 1989), и применявшейся противочумной службой в Забайкалье (Некипелов, 1957). Небольшая ширина полосы связана со сложностью рельефа, участками с высокой растительностью и необходимостью отличать жилые семейные бутаны от нежилых. Маршруты прокладывались заранее, пределах предварительно установленных границ поселения, прохождение маршрутов контролировалось при помощи GPS-навигатора. В качестве основной единицы учета применялось «число семей» как наиболее простой и в то же время надежный показатель численности сурков (Townsend, 2006). Первичную обработку пространственных данных проводили в ГИС-программе GPS Map Edit 2.1, математическую обработку – с использованием программы MS Excel 2010.

Результаты и обсуждение

В Даурском заповеднике численность тарбагана очень низкая с самого момента образования ООПТ. Изначально сурки отмечались лишь на юго-западном берегу оз. Барун-Торей (табл.). В начале

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 2 (79)

1990-х гг. число зверьков колебалось в пределах 20-30 (Кирилюк, 1996). За прошедшие почти три десятилетия численность этого поселения практически не изменилась. По нашим данным в 2010-2015 гг. насчитывалось всего 7-10 семей сурков, к настоящему времени — 10-12. Новых колоний или одиночных нор тарбагана на западном берегу оз. Барун-Торей за этот период не появилось. Это небольшое поселение — остаток громадного участка, заселенного тарбаганом, площадью 672 км², который располагался вдоль границы СССР и Монголии в 1940-х гг. от с. Соловьевск на протяжении 56 км на запад (Фетисов, 1944).

Таблица. Численность монгольского сурка на различных участках Даурского заповедника и заказника «Долина дзерена» в 2017 году.

Участок	Число семей сурков				
Даурский заповедник					
ядро (юго-западный берег оз. Барун-Торей)	10-12				
охранная зона (северо-восточный берег оз. Зун-Торей)	60-65				
охранная зона (Адун-Челон)	60-65				
Вся территория заповедника	133-48				
Заказник «Долина дзерена»					
у гос. границы с Монголией (Забайкальский р-н)	1700-1800				
у гос. границы с Китаем (Забайкальский р-н)	70-80				
остальная территория в пределах Забайкальского р-на	90-100				
остальная территория в пределах Борзинского р-на	110-120				
Вся территория заказника	1970-2100				

Еше в 1949-1953 гг. плотность населения достигала в этом поселении 0.33-0.60 жилых бутанов на га. Уничтожение грызунов в противочумных целях западнее оз. Барун-Торей никогда не проводилось (Хамаганов, 1983), и уменьшение численности полностью объясняется охотничьим промыслом. Современное поселение сурков расположено в 2.7 км от государственной границы с Монголией. С противоположной стороны границы располагается ядро монгольской строго охраняемой природной территории «Монгол Дагуур». В ходе нашего обследования этого участка Монголии в мае 2017 г. следов присутствия тарбагана не обнаружено, что подтверждается словами монгольских рейнджеров. Таким образом, миграция тарбагана со стороны Монголии на западном берегу Барун-Торея в настоящее время маловероятна. Ближайший участок возможного трансграничного контакта сурков находится в 50 км западнее оз. Барун-Торей за пределами охранной зоны Даурского заповедника (данные обследования 2016-2017 гг.). Вероятно, сурки мигрируют здесь со стороны крупнейшего сохранившегося монгольского участка обитания через долину р. Ималки (Ямлахын-Гол) на российскую территорию, но дальнейшему расселению препятствует браконьерство. Это единственное крупное поселение тарбагана в приграничной с Ононским, Борзинским и Забайкальским районами части Монголии расположено в 40 км восточнее оз. Барун-Торей в гористой местности к северо-западу от г. Хух-Ула. Большая часть поселения находится в буферной зоне строго охраняемой природной территории «Монгол Дагуур», отчасти в зоне его ядра. К сожалению, реальная охрана территории отсутствует. В 2015-2017 гг. мы наблюдали незаконный промысел тарбагана на всей этой территории. При сохранении современной тенденции этому единственному крупному поселению тарбагана в рассматриваемом районе Монголии грозит деградация.

В охранной зоне Даурского заповедника к северо-востоку от оз. Зун-Торей расположено крупное поселение сурков численностью около 60 семей. Гористая местность по северному побережью оз. Зун-Торей была местом активного проявления чумных эпизоотий с 1940 по 1946 г. (Тимофеева и др., 1957; Некипелов и др., 1962). Плотность населения тарбагана к северо-западу от оз. Зун-Торей достигала в те годы 1.5 жилых бутана/га. В противочумных целях на участках эпизоотий почти ежегодно проводились истребительные работы в отношении сурков, велась добыча зверьков местным населением. В экспериментальных целях с 1956 по 1960 гг. сурки на данном участке были взяты под охрану и за 4 года в среднем увеличили численность двукратно с 0.5-0.7 до 1.0-1.5 жилых бутанов/га

67

(Некипелов и др., 1962). После эпизоотии 1961 г. вновь были проведены истребительные работы, постоянно велась добыча зверьков местным населением. К 1983 г. тарбаганы в числе нескольких семей сохранились здесь лишь в одном месте под охраной местного чабана (Хамаганов, 1983). После создания заповедника численность сурков восстанавливается. По нашим данным с 2012 по 2017 г. число семей сурков здесь увеличилось трехкратно (с 19 до 61). Между Торейскими озерами, тарбаганы были выловлены местными жителями уже к 1914 г. (Некипелов, 1957). Дольше всего сурки сохранялись здесь на островах оз. Барун-Торей напротив горы Тэли (Хамаганов, 1983). С 2010 г. между Торейскими озерами отмечается до 3 семей сурков, еще 3–5 семей обитают восточнее оз. Зун-Торей (восточнее Гулженги). В степном горном массиве Адун-Челон в пределах охранной зоны заповедника насчитывается 6 поселений сурков общей численностью 60-65 семей, часть из них – результат реинтродукции, осуществленной одним из местных жителей еще до создания здесь в 1995 г. участка заповедника.

Учет численности монгольского сурка в заказнике «Долина дзерена» проводился с весны 2012 г. Территория заказника расположена преимущественно вдоль границы с Монголией и Китаем. На расстоянии до нескольких километров от государственной границы расположены инженернотехнические сооружения (ИТС: ограждение из проволоки и контрольно-следовая полоса), ограничивающие доступ местного населения. Еще до создания заказника приграничная территория Борзинского и Забайкальского районов Забайкальского края находилась под более пристальным наблюдением сотрудников госохотлужбы и заповедника «Даурский» из-за регулярных массовых заходов монгольского дзерена (Procapra gutturosa) из Монголии. Уже при первом специальном обследовании территории в 2012 г. стало ясно, что на восточном склоне Нерчинского хребта у границы с Монголией сохранился крупнейший в Юго-Восточном Забайкалье участок обитания тарбагана. Расположение этого крупнейшего поселения сурков площадью в 16 кв. км в заказнике «Долина дзерена» представлено на рисунке. Наибольшая современная плотность населения сурков отмечена с восточной стороны поселения. Здесь в 2008-2009 гг. до создания заказника плотность семей сурков на 1 га составляла 1.7 (Кардаш и др., 2015). Наши учеты на данном участке показывают рост плотности с 1.8 до 2.1 семей сурков за период с 2012 по 2017 гг. От этого основного участка поселение тянется двумя «языками» на запад по склонам отрогов Нерчинского хребта. Отсутствие сурков между этими «языками» объясняется прохождением здесь автомобильной дороги для обслуживания линии ИТС, удобной для попутной незаметной добычи сурков из огнестрельного оружия. Несмотря на пограничный режим, до создания заказника имела место ограниченная регулярная незаконная добыча тарбагана с обеих сторон от ИТС. По-видимому, в первую очередь за счет миграции из этого очага образовались небольшие поселения сурков к северу по отрогам Нерчинского хребта. Сейчас это важнейший участок восстановления тарбагана в Юго-Восточном Забайкалье.

На Нерчинском хребте вдоль монгольско-российской границы тарбаган достигал в начале XX в. максимальной для всего Юго-Восточного Забайкалья плотности населения, в 1938 г. здесь насчитывалось более 3.1 жилых бутана на га (Бром, 1945; Некипелов, 1957). Так как территория входила в Забайкальский природный очаг чумы, то здесь были проведены работы по истреблению сурков в 1941, 1942 и 1949 гг., но плотность жилых бутанов к 1955 г. все еще оставалась относительно высокой: 0.6-1.0 (Некипелов, 1957). Быстрое восстановление рассматриваемой территории в 1940-1950 гг. объяснялось в первую очередь миграцией из Монголии. Поэтому предполагалось, что современное поселение сурков в пограничной зоне по-прежнему пополняется за счет мигрантов из Монголии (Кардаш и др., 2015). По нашим данным крупнейшее поселение тарбаганов подходит к государственной границе России и Монголии лишь на одном участке на протяжении до 2.5 км. Отмечены факты незаконной охоты на тарбагана монголами в непосредственной близости от российской границы. На других приграничных с Монголией участках к востоку от Торейских озер (с. Соловьевск) тарбаган отсутствует. В мае 2016 г. через сутки после прошедшего степного пожара обследовали совместно с рейнджерами строго охраняемой природной территории «Монгол Дагуур» приграничную полосу Монголии в пределах Нерчинского хребта (рис.). За исключением описанного выше участка поселения тарбагана, вдающегося в территорию Монголии не более чем на несколько сот метров, жилые бутаны вблизи границы с Россией обнаружены не были. Монгольские пограничники подтвердили отсутствие сурка на данной территории. Таким образом, к настоящему времени миграция тарбаганов через границу на Нерчинском хребте если и имеет место, то скорее из России в Монголию.

Вдоль границы с Китаем тарбаган отмечен на 2 участках, расположенных за линией ИТС: у стыка границ России, Монголии и Китая (10-12 семей) и в 25-30 км западнее международного пограничного перехода Забайкальск—Маньчжурия (60-70 семей). Причем бутаны сурков расположены на расстоянии всего в нескольких десятках или сотнях метров от китайской территории, что предполагает высокую вероятность обитания сурков с другой стороны государственной границы. Перед ИТС на удалении 4-9 км от государственной границы с Китаем в пределах заказника известно не менее 5 мелких поселений тарбагана, общей численностью всего 20-25 семей. Еще в 2013 г. здесь насчитывалось всего 5-7 семей, в 2015 — уже 12-15. Появление сурков на этой территории, скорее всего, связано с миграцией из-за ИТС, а закрепление оказалось возможным благодаря мерам по их сохранению в связи с созданием на этой территории федерального заказника.

Большинство жилых нор тарбагана в заказнике «Долина дзерена» расположено по нижним частям склонов, реже по седловинам отрогов Нерчинского хребта. Участок с максимальной плотностью (до 2.1 семьи/га) расположен в нижней части пологого восточного склона. Это единственный участок, который может быть отнесен к диффузному, или степному, типу поселений (Машкин, 1997). На всей остальной территории заказника поселения относятся к балочному, либо мозаичному типу.

В 1990-2000-х гг. состояние вида в Юго-Восточном Забайкалье оценивалось как критическое. В.Е. Кирилюк (1996) в 1990-х гг. насчитывал 2550-4200 особей, В.В. Рожнов с соавторами (2005) в 2003 г. – 2-3 тыс., А.И. Кардаш с соавторами (2015) в 2008-2009 гг. – до 7000. Оценка же численности тарбагана во всем Забайкальском крае в 1.5-2.5 тыс. особей в 2012 г. в региональной Красной книге явно занижена. По нашим данным в 2017 г. численность тарбагана только в заказнике «Долина дзерена» достигла 1970-2100 семей, что примерно соответствует 6-8 тыс. особей. Столь большая разница, с одной стороны, результат восстановления численности в последние годы, с другой, недоучета сурков в приграничной зоне из-за технических сложностей, связанных с работой в приграничной полосе.

Тарбаган играет важную роль в нативной экосистеме даурских степей. Даже сейчас при локальном распространении в заказнике «Долина дзерена» этот вид является важным объектом питания целого ряда местных хищников: лисицы (Vulpes vulpes L., 1758), степного хорька (Mustela eversmanni Lesson, 1827), степного орла (Aquilanipalensis Hodgson, 1833), мохноногого курганника (Buteo hemilasius Temmincket Schlegel, 1844), беркута (Aquilachry saetos L., 1758), а норы активно используются даурским ежом (Mesechinus dauuricus Sundevall, 1842), корсаком (Vulpes corsac L., 1768), манулом (Otocolobus manul Pallas, 1776). В тоже время нельзя забывать о роли тарбагана как потенциального носителя чумы в Забайкальском природном очаге чумы, в границы которого полностью входит территория заказника «Долина дзерена» и частично — Даурского заповедника. Мониторинг чумы в Юго-Восточном Забайкалье в настоящее время актуален, как в связи с постепенным восстановлением численности тарбагана, одного из основных носителей этого заболевания, так и в связи с активизацией чумных эпизоотий в других природных очагах России на границе с Монголией: в Тыве и на Алтае (Вержуцкий и др., 2016; Щучинов, 2016).

Заключение

Территория федерального заказника «Долина дзерена» является важнейшим резерватом для тарбагана в Юго-Восточном Забайкалье. В 2017 г. численность тарбагана в заказнике «Долина дзерена» составила 1970-2100 семей, а в смежном Даурском заповеднике и его охранной зоне — 133-148. Наиболее активное восстановление сурков идет на участках, где в прошлом наблюдалась максимальная плотность населения вида. До создания заказника важнейшую роль в сохранении тарбагана на этой территории играла система инженерно-технических сооружений, ограничивающая доступ населения и наличие особого пограничного режима, снижающих пресс браконьерства. Миграция сурков через российско-монгольскую границу в Ононском, Борзинском и Забайкальском районах Забайкальского края возможна сейчас лишь на 2 участках: у восточной подошвы Нерчинского хребта (Забайкальский р-н) преимущественно из России и в Ононском районе западнее

БАЖЕНОВ 69

с. Буйлэсан, напротив, из Монголии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- *Белов И.Н.* 2007. Предварительная оценка состояния популяции тарбагана на юге Восточного Забайкалья // Растительный и животный мир трансграничной особо охраняемой территории. Труды Сохондинского заповедника. Вып. 2. Чита: Поиск. С. 225-234.
- *Бром И.П.* 1945. Географическое распространение тарбагана и его численность в Юго-Восточном Забайкалье. Иркутск. 18 с.
- Вержуцкий Д.Б., Ткаченко С.В., Галацевич Н.Ф., Чумакова Н.А., Ковалева Н.И., Ростовцев М.Г., Чумаков А.В., Немкова Н.К., Акимова И.С., Холин А.В., Балахонов С.В. 2016. Обнаружение новых эпизоотических участков в тувинском природном очаге чумы // Национальные приоритеты России. № 4 (22). С. 17-21.
- Кардаш А.И., Осипов В.Н., Вахрушева З.П., Болотов В.В., Ушакова М.С. 2015. Монгольский сурок (Marmota sibirica Radde, 1862) в Забайкальском крае // Прошлое, настоящее и будущее сурков Евразии / Ред. А.А. Никольский, К.И. Беловежец, О.В. Брандлер. Москва: АБФ Медиа. С. 89-98.
- *Кирилюк В.Е.* 1996. Современные запасы и распространение тарбагана (*Marmota sibirica*) в Юго-Восточном Забайкалье // Сурки Северной Евразии: сохранение биологического разнообразия. Тезисы докладов. М.: ABF. С. 47-49.
- Кирилюк В.Е., Пузанский В.Н. 2012. Монгольский сурок, или тарбаган // Красная книга Забайкальского края. Животные / Ред. Е.В. Вишняков, А.Н. Тарабарко, В.Е. Кирилюк и др. Новосибирск: Новосибирский издательский дом. С. 40-41.
- *Машкин В.И.* 1997. Европейский байбак: экология, сохранение и использование: Пособие для специалистов по природопользованию / Ред. В.И. Машкин. Киров: Обл. тип. 155 с.
- Машкин В.И., Челинцев Н.Г. 1989. Инструкция по организации и проведению учета сурков в СССР. М. 26 с.
- *Некипелов Н.В.* 1957. Численность сурков в Юго-Восточном Забайкалье // Известия Иркутского государственного научно-исследовательского противочумного института Сибири и Дальнего Востока. Т. 16. С. 3-31.
- *Некипелов Н.В., Дубовик И.М., Плетникова Г.П., Тарасов Н.С.* 1962. Эпизоотологические исследования в Гулженге // Известия Иркутского государственного научно-исследовательского противочумного института Сибири и Дальнего Востока. Т. 24. С. 10-19.
- Рожнов В.В., Поярков А.Д., Брандлер О.В., Громов В.С., Бадмаев Б.Б. 2005. Состояние монгольского сурка (тарбагана Marmota sibirica Radde, 1862) на территории России в начале XXI в. // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. Т. 110. Вып. 4. С. 21-32.
- Тимофеева Л.А., Жовтый И.Ф., Некипелов Н.В., Бусоедова Н.М., Головачева В.А., Дубовик И.М., Дубовик В.И., Живоляпина Р.Р., Леонтьев А.Н., Петухова О.И., Тимофеева А.А., Шведко Л.П. 1957. Поиски чумы и других эпизоотических заболеваний грызунов в Забайкальском чумном очаге // Известия Иркутского государственного научно-исследовательского противочумного института Сибири и Дальнего Востока. Т. 15. С. 3-17.
- *Фетисов А.С.* 1944. Грызуны Южного Забайкалья // Известия Иркутского государственного противочумного института Сибири и Дальнего Востока. Иркутск: Иркутское областное изд-во. Т. 5. С. 198-215.
- *Хамаганов С.А.* 1983. Проблемы восстановления численности тарбагана в районе зоологического заказника // Природа Цасучейско-Торейского заказника. Чита: Забайкальский филиал Географического общества СССР. С. 49-51.
- *Щучинов Л.В.* 2016. Проблемы организации противоэпидемических мероприятий в природном очаге чумы // Национальные приоритеты России. № 4 (22). С. 68-71.
- Kolesnikov V.V., Brandler O.V., Badmaev B.B., Zoje D., Adiya Ya. 2009. Factors that lead to decline in numbers of Mongolian marmot populations // Ethology Ecology & Evolution. № 21. P. 371-379.
- *Murdoch J.D., Munkhzul T., Buyandelger S., Reading R.P., Sillero-Zuberi C.* 2009. The Siberian Marmot as a keystone species? Observations and implications of burrow use by corsac foxes in Mongolia // Oryx. № 43. P. 431-434.
- Townsend S.E. 2006. Burrow Cluster as a Sampling Unit: An Approach to Estimate Marmot Activity in the Eastern Steppe of Mongolia // Mongolian Journal of Biological Sciences. № 4 (1). P. 31-36.
- *Townsend S.E.* 2009. Estimating Siberian marmot (*Marmota sibirica*) densities in the Eastern Steppe of Mongolia // Ethology Ecology & Evolution. № 21. P. 325-338.
- Townsend S.E., Zahler P. 2006. Marmots in the Eastern Steppe: Evidence of a severe decline // Mongolian Journal of Biological Sciences. № 4. P. 37-40.
- Yoshihara Y., Ohkuro T., Bayarbaatar B., Takeuchi K. 2009. Effects of disturbance by Siberian marmots (Marmota sibirica) on spatial heterogeneity of vegetation at multiple spatial scales // Japanese Society of Grassland Science. Vol. 55. № 2. P. 89-95.

= ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =

УДК 581.132.(134)

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ ЗАСУШЛИВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

© 2019 г. М.Х.-М. Магомедова*, М.Ю. Алиева*, А.Т. Маммаев*, Е.В. Пиняскина*, **, А.В. Муртузова*

*Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: milan-rom@mail.ru

**Дагестанский государственный университет
Россия, 36700 г. Махачкала, ул. Гаджиева д. 43а

Поступила в редакцию 28.08.2018. После доработки 14.11.2018. Принята к публикации 20.12.2018.

Проводилась биоиндикация системы почва ↔ растение Северного Дагестана посредством оптических параметров растений по эколого-физиологическим индикационным признакам. Высокая засоленность почв и проявление признаков аридизации указывает на острую необходимость биоиндикации почв. Обнаружены растения-индикаторы, по флуоресцентной реакции которых можно своевременно обнаружить и диагностировать признаки деградации почв.

Ключевые слова: квантовый выход фотосинтеза, хлорофилл, флуоресценция, засоление почвы, растения-индикаторы, световые кривые.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10057

Наиболее характерными особенностями аридных экосистем являются неустойчивость и чувствительность к внешним воздействиям. Наиболее отчетливо изменчивость почв проявляется в прибрежной полосе Терско-Кумской низменности, подверженной периодическому затоплению, подтоплению и иссушению под влиянием нестабильного уровня Каспийского моря и засушливого климата (Залибеков и др., 2010). Переход наземных экосистем лугового, лугово-степного, степного типов (включая лесные и кустарниковые представители) к стадии аридизации под влиянием хозяйственной деятельности человека совершается за отрезок времени, когда климатические условия остаются практически без изменений (Залибеков, Гамзатова, 2017). Поскольку растительный покров аридных экосистем разрежен, его реакция на любые изменения разрушительного свойства характеризует крайнюю уязвимость всей экосистемы. Восстановление растительности на деградированных почвах в аридных условиях связано с применением новой технологии в течение длительного времени, соизмеримого с жизнью нескольких человеческих поколений.

Ранее нами проводились исследования присутствия различий во флуоресцентной реакции растений кермек Мейера (*Limonium Meyeri*) на различия в засоленности почвы, и были получены достоверные результаты (Магомедова, 2012; Magomedova et al., 2014).

Цель настоящей работы — выявление растительных индикаторов на присутствие солевого дисбаланса в почвах аридных территорий для своевременного проведения мероприятий по выведению почв из состояния солевого дисбаланса на начальном этапе проявления.

Материалы и методы исследования

Для исследования зависимости фотосинтетических показателей от степени засоленности почвы отбор материала и объектов исследования и измерение квантового выхода флуоресценции и фотосинтеза растений проводились в Тарумовском районе на территории Кочубейской биосферной станции (ПИБР ДНЦ РАН). Полигон исследований расположен в приморской полосе Терско-Кумской низменности, представлен слабонаклонной на север равниной с ясно выраженными элементами микрорельефа, тип и вид почвы — бугристый солончак легкосуглинистый. Растительность — сарсазановые сообщества: сарсазан шишковатый (*Halocnemum strobilaceum*), солянка однолетняя (*Salsola acutifolia*), полынь приморская (*Artemisia maritima*), кермек Мейера,

лебеда раскидистая (*Chenopodium album*), амарант запрокинутый (*Amaranthus caudatus*) и другие; исследованиями охвачен также типичный солончак, расположенный на расстоянии около 1000 м от морской береговой линии. Образцы почв отбирали по генетическим горизонтам на глубинах 0-10 и 20-30 см. Объектом изучения служил первый зрелый лист растений кермек, лебеда и амарант.

Для определения содержания водорастворимых солей в почвах проводился анализ водной вытяжки по общепринятой методике (Аринушкина, 1972).

Измерение параметров фотосинтеза проводилось на импульсном портативном хлорофиллфлуориметре MINI-PAM Yeinz Walz GmbH (Германия). Анализатор эффективности фотосинтеза MINI-PAM специально разработан для быстрой и достоверной оценки квантового выхода фотохимического преобразования энергии в процессе фотосинтеза в естественных условиях произрастания.

Из показателей фотосинтеза растений определены: F_0 — фоновый уровень флуоресценции растений (все реакционные центры фотосистемы 2, возбуждаемой светом в коротковолновой части спектра, находятся в «открытом» состоянии, т.е. естественные («плановые») потери световой энергии); F — квантовый выход флуоресценции растений; F_m — максимум переменной флуоресценции растений (электрон-транспортная цепь фотосистемы 2 полностью занята и не готова принять электрон, возбужденный новым квантом света, и почти вся световая энергия, переданная из антенного комплекса к реакционному центру, излучается в виде флуоресценции (максимальная флуоресценция)); Y — квантовый выход фотосинтеза (эффективность протекания фотосинтеза в фотосинтетическом аппарате растения).

Спектрофотометрический анализ ацетонового экстракта пигментов хлорофилла a (X_{7} a) u хлорофилла b (X_{7} b) проводили на спектрофотометре СФ-26. Концентрацию и содержание пигментов определяли по методике H.K. Lichtenthaler (1987).

Результаты и обсуждение

На глубине 0-10 см контраст в свойствах засоленных почв практически не наблюдается. Значения плотного остатка солей на глубине 20-30 см на бугристом солончаке заметно выше, чем на типичном солончаке (рис. 1a). Тип засоления – хлоридно-сульфатный (рис. 1б).

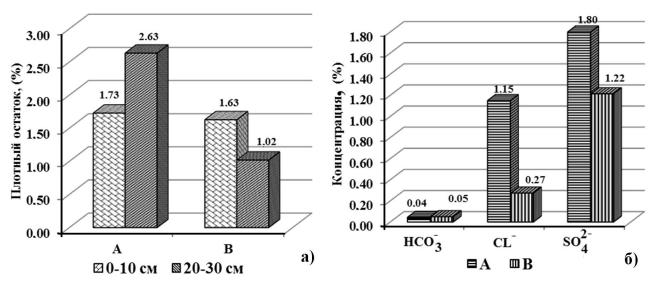


Рис. 1. Плотный остаток (а) и концентрация анионов (б) HCO_3 , Cl и SO_4 в почвенных горизонтах 0-10 см и 20-30 см на опытных площадок. *Условные обозначения*: A – бугристый солончак, B – типичный солончак.

Основная масса корней растений лебеда раскидистая и амарант запрокинутый разрастаются на глубину 20-30см, а растений кермек могут доходить до 4-х метров.

Соотношение стартовых значений квантового выхода флуоресценции F (потери поглощенной антенным комплексом световой энергии), максимальной флуоресценции Fm и квантового выхода фотосинтеза Y (эффективность превращения световой энергии в энергию химических связей в

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 4 (79)

процессе фотосинтетических реакций) растений лебеда и амарант, произрастающих на бугристом и типичном солончаке показывает, что эти значения растений на бугристом солончаке заметно выше по отношению к показателям растений, выявленным на типичном солончаке (рис. 2).

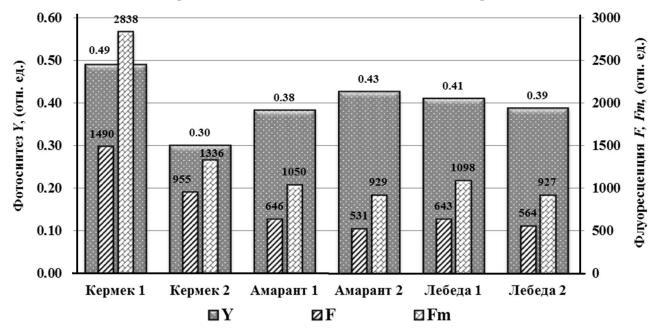


Рис. 2. Соотношение стартовых показаний квантового выхода флуоресценции F, максимальной флуоресценции Fm и фотосинтеза Y травянистых растений, произраставших на почвах с различной степенью засоленности. *Условные обозначения к рисункам 2, 3, 4*: 1 (Кермек 1) — на бугристом солончаке, 2 (Кермек 2) — на типичном солончаке.

По показаниям флуоресценции и фотосинтеза растений лебеда и кермек наблюдается прямая корреляция с плотным остатком солей в почве с глубины 20-30 см (рис. 1а). У растений амарант показания квантового выхода флуоресценции F, Fm выше на бугристом солончаке и это соответствует флуоресцентному ответу и растений кермек и лебеда. При этом значения квантового выхода фотосинтеза выше на типичном солончаке (рис. 2). Обнаружено, что фотосинтетическая реакция растений амарант на различия в степени засоления почвы отличается от фотосинтетического ответа растений кермек и лебеда. У растений амарант на более засоленной почве (бугристый солончак) происходит большая потеря световой энергии F, Fm (ответ на стресс). А на типичном солончаке показания эффективности использования световой энергии и интенсивность фотосинтеза выше, что может быть связано с различием в устройстве самого фотосинтетического аппарата растений амарант (C_4 тип фотосинтеза). Флуоресцентные показания растений амарант дают прямую корреляцию с плотным остатком в почве с глубины 20-30 см, как и растения лебеда и кермек. При этом показания фотосинтеза растений амарант выдают обратную корреляцию с плотным остатком солей почвы на двух опытных участках: чем больше солей, тем ниже квантовый выход фотосинтеза Ү. Прямая (кермек, лебеда) или обратная (амарант) зависимость показателей F, Fm, Y всех трех растительных объектов изучения от значений плотного остатка солей обнаружена на глубине 20-30 см, а не на уровне 0-10 см, что можно объяснить более глубоким расположением корней травянистых растений в условиях засушливости. Обнаружена прямая корреляция стартовых показателей фотосинтетической реакции растений (start) и содержания пигментов в растениях (рис. 3). Содержание бикарбонатов в почвах обеих опытных площадок было практически на одном уровне (рис. 1б). Наблюдалась прямая зависимость показаний флуоресценции от концентрации в почве анионов Cl^{-} и SO_{4}^{2-} во всех трех растительных объектах: чем выше их содержание в почве, тем выше показания световых потерь F и Fm в фотосинтетическом аппарате растений. Интенсивность фотосинтеза у растений кермек (достоверно) и лебеды (менее выражено) выше на бугристом солончаке, где содержание анионов ${\rm Cl}^-$ и ${\rm SO_4}^{2-}$ значительно больше, чем на типичном солончаке. У растений амарант наблюдалась обратная корреляция фотосинтетической активности Y с концентрацией анионов Cl^- и SO_4^{2^-} в почвах: фотосинтез выше на типичном солончаке. Фотосинтетическая реакция растений на различия в концентрации анионов $(\text{Cl}^-, \text{SO_4}^{2^-})$ и плотного остатка на горизонте 20-30 см в исследованных почвах практически одинакова.

У всех трех видов растений наблюдалась прямая корреляция фотосинтетической активности от общего количества пигментов. У растений кермек количество фотосинтетических пигментов и показания фотосинтетической активности (start) выше на бугристом солончаке. В листьях растений амарант сумма пигментов (рис. 3) выше на типичном солончаке, как и интенсивность фотосинтеза (рис. 2), а у растений лебеда количество пигментов и интенсивность фотосинтеза (start) практически не отличаются на обоих участках и не зависят от разности в засолении почвы.

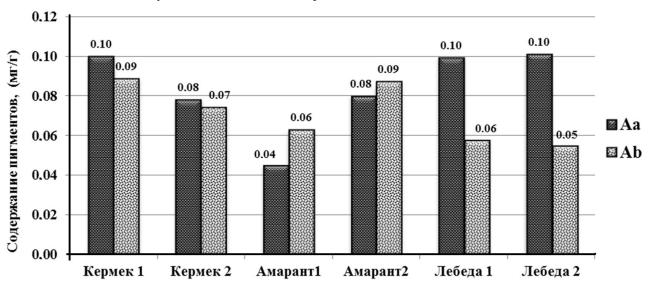


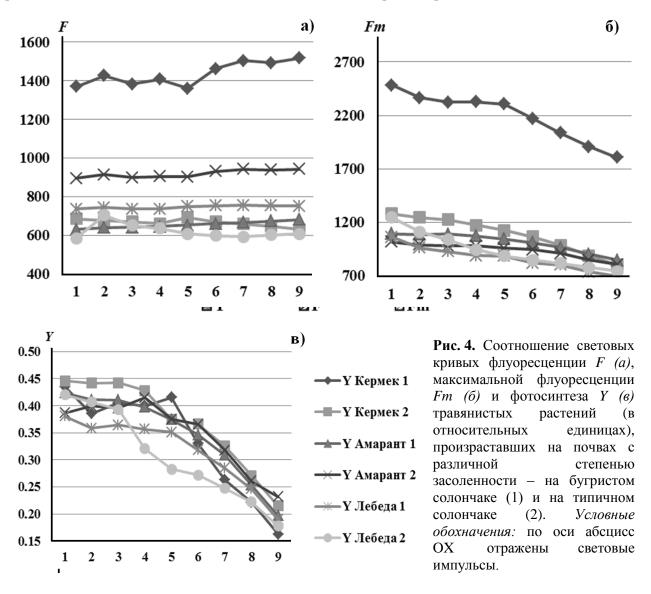
Рис. 3. Содержание пигментов (хлорофиллов A a и A b) в растениях на почвах с различной степенью засоленности (мг/г) — на бугристом солончаке (1) и на типичном солончаке (2).

Содержание Хл a в растениях кермек и лебеда значительно выше содержания Хл b, в отличие от растений амарант. Эти особенности соотношения пигментов имеют место на обоих участках для всех трех растительных объектов, что означает отсутствие зависимости соотношения содержания Хл a к Хл b этих растений от степени засоленности почв. Значения суммы пигментов наибольшее в растениях кермек с бугристого солончака и наименьшее в листьях растений амарант с этого же участка (рис. 3). Обнаружено, что для поддержания уровня фотосинтеза на должном уровне, независимо от условий произрастания, травянистым растениям необходимо поддерживать процентное соотношение Хл a к Хл b и оно практически одинаково для данного вида растения в условиях различий в уровне засоленности почв. При этом количественные показатели (сумма пигментов) зависит от различий в условиях произрастания. Процентное соотношение содержания пигментов Хл a и Хл b растений амарант — 42% A a — 58% A b, содержание Хл a заметно ниже. Обратная картина процентного соотношения пигментов фотосинтеза Хл a и Хл b обнаружена в листьях растений кермек (52% A a — 48% A b) и лебеда (64% A a — 36% A b).

Наиболее высокие показания флуоресценции (рис. 4 *а, б*) *световых кривых* обнаружены у растений кермек с бугристого солончака. У других растительных объектов максимальная флуоресценция *Fm* держится приблизительно на одном уровне и значительно ниже. Фоновая флуоресценция *F* наибольшая также у растений кермек с бугристого солончака, при небольшом увеличении показаний *F* у растений амарант с типичного солончака. Эти показатели фоновой флуоресценции лебеды выше значений других растений с бугристого солончака. Световые кривые фоновой флуоресценции остальных растений проходят заметно ниже и по величине близки друг к другу. Высокие показатели световых кривых флуоресценции растений кермек свидетельствуют о способности данного растения наиболее эффективно использовать световую энергию в фотосинтетических процессах, и может служить сигналом засоленности почвы на самых ранних

этапах возникновения.

Световые кривые фотосинтеза Y проходят практически на одном уровне у всех трех объектов исследования относительно друг друга. По световым кривым фотосинтеза все представители растительных сообществ не выбиваются из общей закономерности (рис. 4 θ).



Заключение

Процентное соотношение $X_{\rm J}$ a к $X_{\rm J}$ b остается неизменным для конкретного вида растения в условиях различия проявлений признаков аридизации среды произрастания и напряжения солевого стресса в почве. Возможно, именно это служит причиной поддержания показаний фотосинтеза на одинаково высоком уровне, независимо от разности в степени засоленности почв, что свидетельствует об адаптационных способностях растений и связано с функциональной ролью процесса фотосинтеза в жизнеобеспечении самого растения. Обеспечивается возможность передачи растением качественного генетического материала в разных по засоленности почв условиях произрастания.

От степени засоленности почвы зависит сумма пигментов растений и может служить индикационным признаком при мониторинговых исследованиях почв. О наличии признаков аридизации можно судить и по высоким показаниям световых кривых фоновой F и максимальной флуоресценции Fm растений кермек.

Растение кермек дает достоверную флуоресцентную реакцию на различия в степени

засоленности почвы, произрастает на всех типах по засоленности почв, как на слабозасоленных, так и на сильнозасоленных почвах и может служить модельным объектом в мониторинговых исследованиях аридных территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аринушкина Е.В. 1972. Руководство по химическому анализу почв. МГУ. 487 с.
- Залибеков З.Г., Гамзатова Х.М. 2017. Типы опустынивания почв и критерии оценки деградационных процессов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. № 2 (194). С. 50-56.
- Залибеков З.Г., Пайзулаева Р.М., Бийболатова З.Д., Залибекова М.З., Биарсланов А.Б. 2010. Пространственная изменчивость почв и процессов засоления в прибрежной полосе Терско-Кумской низменности // Почвоведение. № 4. С. 1-13.
- *Магомедова М.Х.-М.* 2012. Влияние степени засоленности и дефицита влаги на флуоресцентные характеристики растений // Материалы докладов IV съезда биофизиков России симпозиум III «Физика медицине и экологии», 20-26 августа, Н. Новгород. С. 146.
- Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophyll and Carotinoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes // Methods in Enzymology. Vol. 148. P. 350-382. [Электронный ресурс http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1 (дата обращения 25.08.2018)].
- Magomedova M.KH.-M., Mammaev A.T., Alieva M.Y. and Pinyaskina E.V. 2014. Express Monitoring of a Soil System by Measuring Plant Fluorescence Response to Soil Salinity // Arid Ecosystems. Vol. 20. No. 1 (58). P. 31-34.

УДК 929

НАУЧНЫЙ ВКЛАД ИГОРЯ СЕРГЕЕВИЧА ЗОННА В РАЗРАБОТКЕ УЧЕНИЯ О ПУСТЫНОВЕДЕНИИ И ПРОБЛЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МИРА (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

© 2019 г. М.З. Залибекова

Институт геологии Дагестанского научного центра РАН Россия, 367000, г. Махачкала, ул. Ярагского, д. 75. E-mail: bfdgu@mail.ru

Поступила 14.06.2018. После доработки 20.07.2018. Принята для публикации 25.09.2018.

Игорь Сергеевич Зонн отмечает свой юбилей в расцвете творческих сил, со свойственной ему неиссякаемой энергией. Среди представителей мировой науки трудно найти ученого, в котором также удачно сочетаются высокие человеческие качества, профессионализм и энергия руководителя научно-исследовательской и научно-производственной деятельности на самом высоком уровне. Обладая этими качествами, Игорь Сергеевич вносит большой вклад в развитие учения о пустыне и пустыноведении и решение прикладных вопросов использования водных ресурсов в региональном, федеральном и международном масштабах.

Ключевые слова: опустынивание, водопотребление, каспиеведение, мелиорация почв, энциклопедический словарь, природоохранные проекты, почвенная съемка мелиоративных объектов, устойчивое развитие.

DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10058



ЗОНН Игорь Сергеевич, 1938 г.р., доктор географических наук, академик PAEH, заслуженный мелиоратор РΦ. почетный профессор Тверского государственного университета, Инновационного эксперт исследовательского центра борьбе с опустыниванием Внутренней Монголии им. Инко (Китай), научный сотрудник Московского университета им. С.Ю. Витте (МУИВ). С 2000 г. И.С. Зонн генеральный Инженерного директор научнопроизводственного центра по мелиорации, хозяйству экологии водному И «Союзводпроект» (Зонн и др., 1984; Зонн, 1987).

Многолетняя (более 50 лет) плодотворная научно-производственная деятельность И.С. Зонна посвящена развитию мелиорации и водного хозяйства, освоению пустынь и борьбе с опустыниванием как в нашей стране, так и за рубежом. Окончив географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Игорь Сергеевич начал работать в Институте «Гипроводхоз». Здесь он принял участие в составлении «Схемы вододеления рек Тигр и Евфрат между Турцией, Сирией и Ираком (1961-1962 гг.), в числе работников Института он проводил почвенномелиоративные работы в Иракской Республике.

Далее последовали почвенно-мелиоративные изыскания в Узбекистане, Туркмении,

Азербайджане, Молдавии, где И.С. Зонн возглавлял проведение почвенных и солевых съемок на крупных мелиоративных объектах (Зонн, 1997; Залибеков и др., 2016; Виноградов 1996).

В 1974 г. И.С. Зонн был приглашен Министром мелиорации и водного хозяйства СССР на работу в Минводхоз. Став Генеральным секретарем Национального Комитета СССР по ирригации и дренажу, И.С. Зонн организовал в 1975 г. Первый международный конгресс по ирригации и дренажу в Москве. По его же инициативе была организована Первая международная конференция Международной комиссии по ирригации и дренажу (МКИД) для стран Азии и Африки в Ташкенте в 1976 г., после чего эти конференции стали регулярными в деятельности МКИД (Зонн, 1990; 1992). Большой знаток ирригации и дренажа в различных странах, И.С. Зонн приложил много усилий по пропаганде в нашей стране достижений в этой области. Он был инициатором и возглавил работы по переводу с английского языка на русский таких известных фундаментальных изданий МКИД, как «Орошение и осушение в странах мира» (1974), «Международный технический словарь по ирригации и дренажу» первого (1981) и второго издания (2003). Был одним из авторов книги «Мелиорация земель в СССР» (1975).

Для популяризации научных достижений в области почвоведения И.С. Зонн принял участие в составлении первого СССР Англо-русского почвенного словаря (1963), Англо-русского сельскохозяйственного словаря (1983), Англо-русского словаря по гидротехнике (1983).

С 1984 по 1987 гг. И.С. Зонн находился в Алжире в качестве представителя ВО «Сельхозпромэкспорт» ГКЭС, был генеральным поставщиком Минсельхоза СССР, Минводхоза СССР и Госкомитета по лесному хозяйству, курировал строительство гидротехнических сооружений, мелиорацию земель, бурение на воде, лесное и сельское хозяйство.

Опыт работы во многих пустынях мира, в том числе в Сахаре, стал причиной включения Игоря Сергеевича в авторский коллектив книги «Пустыни мира» (1986 г.) совместно с А.Г. Бабаевым, Н.Н. Дроздовым и З.Г. Фрейкиным.

В течение 1988-1992 гг. И.С. Зонн разрабатывал с учеными и специалистами Японии проблемы водопотребления риса и выработки эффективных способов полива в зоне Аральского моря. Совместно с учеными США он подготовил монографию «Медленно накапливающиеся экологические проблемы и устойчивое развитие в бассейне Аральского моря» (1999, на английском языке). В 2002 г. И.С. Зонн стал одним из составителей «Избранной библиографии по Аральскому морю». В 2004 г. к 10-летию Международного Фонда спасения Арала он опубликовал совместно с У. Аширбековым книгу «Арал: история исчезающего моря», а в 2005 г. Всемирная метеорологическая организация опубликовала книгу-атлас «Аральское море 1960–2004», авторами которой были И.С. Зонн и М.Х. Глянца (США). Итогом его работ на Арале явилась «Энциклопедия Аральского моря» (2008 г.) и «Экология Аральского моря» (2010 г.)

После участия в 1976 г. в работе Конференции ООН по проблемам опустынивания (Найроби, Кения, 1976), И.С. Зонн с 1977 по 1987 гг. разрабатывал методические основы борьбы с опустыниванием, уделяя особое внимание почвенно-мелиоративным способам и приемам освоения (Добровольский и др., 2000).

И.С. Зонн внес значительный вклад в создание базы нормативных документов. В 1984 г. им была опубликована фундаментальная работа «Опустынивание: стратегия борьбы» (совместно с Н.С. Орловским), в которой были поставлены перспективные проблемы для исследований в этой области в Советском Союзе, составлен «Толковый словарь по опустыниванию земель» (1996).

Игорь Сергеевич выступил одним из авторов понятия и концепции «антропогенного опустынивания» как многофакторного процесса. В рамках этой проблемы он участвовал в составлении Плана действий по борьбе с опустыниванием в регионе Калахари-Намиб (1990); а также изучения водного хозяйства и экологических проблем системы рек Колорадо-Амударья (Зонн, 1999; 2005; Харин и др., 1994).

Опыт ученого стал определяющим при составлении национальных планов борьбы с опустыниванием Республики Калмыкии (2002) и Республики Дагестан (2003). «Руководство по составлению региональных схем комплексного развития по борьбе с опустыниванием», составленное Зонном И.С. и изданное на русском, английском и французском языках, использовалось при проведении проектно-изыскательских работ в Туркмении, Перу, Мали.

С 1989 по 1990 г. И.С. Зонн – вице-президент Российского Национального Комитета содействия

Программе ООН по окружающей среде (ЮНЕПКОМ). На этом посту он принимал участие в разработке нормативных и проектных документов для реализации пионерных природоохранных проектов.

И.С. Зонн внес важный вклад в издание журнала «Аридные экосистемы» и организацию секции «Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием» Научного совета по проблемам экологии ОБН РАН, разработав программы научных исследований и принимая активное участие в качестве члена редколлегии с самого начала создания журнала (Залибеков и др., 2010).

И.С. Зонн является автором разработок по научно-практическим основам каспиеведения, включающим комплексное изучение Каспийского региона. Отличительной чертой этих разработок является сочетание различных академических дисциплин, изучающих природно-ресурсные особенности региона, с геополитическими изменениями, которые происходят в этом регионе. В результате этих работ Зонном И.С. были опубликованы более 10 монографий, среди которых: «Геополитика Каспийского региона» (совместно с С.С. Жильцовым, А.М. Ушаковым), 2003; «Очерки по истории изучения Каспийского моря (с древнейших времен до начала XXI века)», 2005; «Черный жемчуг Каспия, почти все о черной икре», 2006 и другие, также он участвовал в составлении первого тома (Природа) Астраханской энциклопедии, 2007 г.

Богатый исследовательский опыт побуждает ученого к новым и новым публикациям: в 2014 г. Игорь Сергеевич выступает в качестве одного из редакторов и авторов книги «Туркменское озеро Алтын Асыр и водные ресурсы Туркменистана», опубликованной на английском языке. В 2017 г. совместно с С.С. Жильцовым И.С. Зонн публикует книгу «Каспийский регион: политика, экономика, сотрудничество», которая становится учебным пособием для студентов высших учебных заведений по направлениям «Международные отношения» и «Регионоведение России». В 2018 г. совместно с представителями Дипломатической академии МИД РФ, ИОРАН, МУИВ и в рамках подготовки к V саммиту президентов Прикаспийских стран И.С. Зонн опубликовал фундаментальный сборник «Каспий», включающий международно-правовые документы за период с 1731 г. по 2018 г.

Важный вклад в изучение морей был сделан И.С. Зонном в рамках проекта «Моря России», где он выступил инициатором и исполнителем совместно с учеными Института океанологии РАН и Московского университета им. С.В. Витте. С 2002 по 2007 гг. им были составлены и опубликованы энциклопедии 13 морей, омывающих Россию, а также энциклопедия «Северный Ледовитый океан» (в 2-х томах). Практически все они переведены на английский язык и изданы издательством «Шпрингер», Германия. В 2016 г. он организовал в Московском университете им. С.В. Витте работу по составлению энциклопедий морей бассейна Средиземного моря. Первая из них «Адриатическое море» была опубликована в 2017 г.

Почти 5 лет И.С. Зонн работает совместно с Институтом морской биологии Черногории. Итогом этой работы явился совместный фундаментальный труд «Экология Бока-Которской бухты» опубликованной на английском языке в 2017 г.

В 2018 г. им совместно с Г.С. Кустом (ИГАН), Н.С. Орловским (Институт пустынь Израиля) и учеными из Китая по гранту Русского Географического Общества Зонном И.С. составлена и опубликована энциклопедия «Пустыни и опустынивания», которая также издана на китайском языке. В этом же году совместно с Г.С. Кустом и О.В. Андреевой (МГУ) им был опубликован словарьсправочник «Деградация земель и устойчивое землепользование» (Зонн и др., 2018).

В настоящее время в научные интересы Зонна И.С. входят актуальные вопросы водных ресурсов Центральной Азии, технологии освоения пустынь, морской регионалистики, геополитики, освоению Арктики, экологическим последствиям военных действий. Им опубликовано около 400 статей в нашей стране и за рубежом. И.С. Зонн является членом редколлегии ряда журналов: «Аридные экосистемы, «Проблемы постсоветского пространства» (Россия), «Проблемы освоения пустынь» (Туркменистан), "Studija Marina" (Черногория).

И.С. Зонна отличает высочайшая трудоспособность, профессионализм, аналитический склад ума, прекрасное знание современной научной литературы, разносторонний интерес к географическим, биологическим, экономическим и геополитическим проблемам. И что самое главное, маятник его научных пристрастий останавливается лишь на время — на конечном продукте — публикаций и вновь начинает свое движение.

79

Редакция журнала «Аридные экосистемы» и Секция «Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием» научного Совета Отделения биологических наук РАН, Институт водных проблем РАН, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, Институт геологии Дагестанского научного центра РАН поздравляют с юбилеем и желают Игорю Сергеевичу Зонну крепкого здоровья, кавказского долголетия и новых творческих успехов!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- *Бабаев А.Г.* 1986. Стратегия комплексного изучения и освоения пустынь // Проблемы освоения пустынь. № 4. С. 14-22.
- *Виноградов Б.В.* 1996. Исследование индикаторов при мониторинге опустынивания Юга России // Аридные экосистемы. Т. 2. № 2. С. 38-77.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. 2000. Сохранение почв, как незаменимого компонента биосферы. М. 136 с.
- *Залибеков 3.Г., Биарсланов А.Б.* 2016. О разнообразии почвенных ресурсов аридных территорий и их роли в создании продовольственной безопасности // Аридные экосистемы. Т. 22. № 2 (60). С. 5-15.
- Зонн И.С., Орловский Н.С. 1984. Опустынивание, стратегия борьбы. Ашхабад Ылым. 128 с.
- 30нн И.С. 1987. Крупномасштабные проекты освоения пустынь // Проблемы освоения пустынь. № 1. С. 3-10.
- 3онн И.С. 1997. Конференция в Найроби: проблема опустынивания 20 лет спустя // Аридные экосистемы. Т. 4. № 6. С. 2-21.
- Зонн И.С. 1990. О подходах к типологии опустынивания // Проблемы освоения пустынь. № 1. С. 6-18.
- Зонн И.С. 1992. Япония вклад в изучение пустынь // Проблемы освоения пустынь. № 1. С. 55-62.
- Зонн И.С. 1999. Каспий: иллюзии, реальность РАЕН. Российский национальный комитет содействия программы ООН по окружающей среде. Инженерный научно-производственный центр по водному хозяйству «Союзводпроект». М. 408 с.
- Зонн И.С., Жильцов С.С. 2004. Каспийский регион. География, экономика, политика. РАЕН. Инженерный научно-производственный центр по водному хозяйству, мелиорации и экологии. М. 638 с.
- Зонн И.С. 2005. Очерки по истории изучения Каспийского моря. М. 202 с.
- Зонн И.С., Куст Г.С., Орловский Н.С., Ши Пей Чжун, Тянь Юй Чжао. 2018. Пустыни и опустынивание Русское географическое общество. М. 752 с.
- *Харин И.Г.*, *Зонн И.С.* 1994. Борьба с опустыниванием Мавритании // Проблемы освоения пустынь. № 1. С. 55-62.
- *Яруллина Н.А.* 1979. Особенности формирования первичной биологической продуктивности пустынных пастбищ // Ботанический журнал. Т. 64. № 6. С. 88-92.

ISSN 1993-3916 журнал **АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ 2019. Т. 25. № 2 (79)**

Учредители: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН (ПИБР ДНЦ РАН), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем РАН (ИВП РАН), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии Дагестанского научного центра РАН (ИГ ДНЦ РАН).

Свидетельство о регистрации средства массовой информации в Роскомнадзоре (Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций) — ПИ № ФС77-56164 от 15 ноября 2013 г.



ТОВАРИЩЕСТВО НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ КМК

Формат $60x 84^{-1}/_{8}$

Тираж 200 экз. Заказ № 33

Объем 11 п.л.

Тиражировано в типографии ИП Гаджиева С.С. 367025, Махачкала, ул. Юсупова, 47 RIZO-PRESS, Тел. 8(8722) 68-40-21

Индекс 39775 (каталог «Пресса России»)