

Л.А. Димеева¹, Ж.К. Салмуханбетова^{1, 2*}

¹Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: zhuldyz.kanatkyzy@mail.ru

ПРИРОДНАЯ И АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА СООБЩЕСТВ ПОЛЫНИ БЕЛОЗЕМЕЛЬНОЙ (*ARTEMISIA TERRAE-ALBAE* KRASCH.) В СЕВЕРНОМ ПРИАРАЛЬЕ

В статье рассмотрены динамические процессы, происходящие в зональных белоземельно-полынных сообществах Северного Приаралья. Выявлены природные и антропогенные факторы динамики. Конассоциация Б.А. Быкова выбрана в качестве ключевого понятия для иллюстрации коренных и переменных состояний растительности в пределах генетически однородной территории. Коренная ассоциация – эфемероидно-белоземельнополынная с итсигеком (*Artemisia terrae-albae* Krasch., *Anabasis aphylla* L., *Rheum tataricum* L.f., *Poa bulbosa* L., *Catabrosella humilis* (M.Bieb.) Tzvelev). Природная динамика белоземельнополынных сообществ определяется эндоэкогенетическими сукцессиями, обусловленными жизнедеятельностью доминантов и субдоминантов сообществ и экзогенными сукцессиями, связанными с локальной эрозией почвы и появлением микропонижений с ковыльными микроценозами (*Stipa sareptana* A.K.Becker, *S. lessingiana* Trin. & Rupr.).

Антропогенная динамика вызвана пастбищной и дорожной дигрессией. При выпасе доминантная роль полыни белоземельной переходит к итсигеку (*Anabasis aphylla*) – индикатору нарушений. Дорожная дигрессия приводит к замене коренных сообществ на однолетнесолянковые, эфемеровые, горцевые (*Polygonum aviculare* L.) группировки и проценозы на техногенном рельефе. Природно-антропогенный характер имеют смены белоземельнополынных сообществ. Освобождение экологических ниш для внедрения мятлика происходит под воздействием выпаса, формирования сети полевых дорог и гибели полыни в результате естественного старения. Выявленные закономерности природной и антропогенной динамики представляют собой основу для разработки мероприятий по рациональному природопользованию и ресурсному освоению территории.

Ключевые слова: сукцессия, конассоциация, зональная растительность, *Poa bulbosa*, дигрессия, экологическая ниша.

L.A. Dimeyeva¹, Zh.K. Salmukhanbetova^{1, 2*}

¹Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: zhuldyz.kanatkyzy@mail.ru

Natural and anthropogenic dynamics of *Artemisia terrae-albae* Krasch. communities in the Northern Aral region

The article examines the dynamic processes occurring in the zonal *Artemisia terrae-albae* Krasch. communities of the Northern Aral region. Factors of natural and anthropogenic dynamics have been identified. B.A. Bykov's con-association was chosen as a key concept to illustrate the indigenous and variable vegetation conditions within a genetically homogeneous territory. The natural association is ephemeroïd-sagebrush with *Anabasis aphylla* L. (*Artemisia terrae-albae*, *Rheum tataricum* L.f., *Poa bulbosa* L., *Catabrosella humilis* (M.Bieb.) Tzvelev). The natural dynamics of *Artemisia terrae-albae* communities is determined by endoecogenetic successions caused by the vital activity of dominants and subdominants of communities and exogenous successions associated with local soil erosion and the appearance of micro-depressions with *Stipa sareptana* A.K.Becker and *S. lessingiana* Trin. & Rupr. microceneses.

Anthropogenic dynamics is caused by pasture and road digression. During grazing, the dominant role *Artemisia terrae-albae* passes to *Anabasis aphylla*, an indicator of disturbance. Road digression leads to the replacement of natural communities by annual saltwort, ephemeral, *Polygonum aviculare* L. aggregations and procenoses on a technogenic relief. The change of *Artemisia terrae-albae* to *Poa bulbosa* communities has a mixed natural and anthropogenic origin. The release of ecological niches for the colonization of *Poa bulbosa* occurs as a result of grazing, the formation of field roads and the death

of *Artemisia terrae-albae* as a result of natural aging. The revealed patterns of natural and anthropogenic dynamics form the basis for the development of measures for sustainable use and development of natural resources of the territory.

Keywords: succession, conassociation, zonal vegetation, *Poa bulbosa*, digression, ecological niche.

Л.А. Димеева¹, Ж.К. Салмуханбетова^{1, 2*}

¹Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: zhuldyz.kanatkyzy@mail.ru

Солтүстік Арал маңындағы тамыржусан қауымдастықтарының (*Artemisia terrae-albae* Krasch.) табиғи және антропогенді динамикасы

Мақалада Солтүстік Арал маңының зоналды тамыржусан қауымдастықтарындағы жүріп жатқан динамикалық үрдістер қарастырылған. Динамиканың табиғи және антропогенді факторлары анықталды. Генетикалық тұрғыда біртекті аумақ шегіндегі өсімдікжабынының түпкілікті және өзгермелі жағдайын сипаттауға бағытталған негізгі ұғым ретінде Б.А. Быковтың конассоциация ұғымы таңдалды. Жергілікті қауымдастық – итсигек аралас эфемероидты-тамыржусан (*Artemisia terrae-albae* Krasch., *Anabasis aphylla* L., *Rheum tataricum* L.f., *Poa bulbosa* L., *Catabrosella humilis* (M.Bieb.) Tzvelev) қауымдастығы. Тамыржусан қауымдастықтарының табиғи динамикасы доминаттар мен субдоминаттардың тіршілік әрекетімен байланысты эндоэкогенетикалық сукцессиялармен және жергілікті топырақ эрозиясы, сонымен қатар, қау микроценоздары (*Stipa sareptana* A.K. Becker, *S. lessingiana* Trin. & Rupr.) бар микрооипандарда пайда болуымен байланысты экзогенді сукцессиялармен анықталады.

Антропогенді динамика себептері – жайылым және жол дигрессиясы. Шамадан тыс жайылым ретінде пайдалану барысында тамыр жусанның доминантты рөлі бұзылу индикаторы (*Anabasis aphylla*) итсигекке ауысады. Жол дигрессиясы жергілікті өсімдік қауымдастықтарының бір жылдық соранды, эфемерлі, техногенді рельефтегі таран (*Polygonum aviculare* L.) топтары мен проценоздарына ауысуына әкеліп соқтырады. Табиғи-антропогенді сипаттағы өзгерістер барысында тамыржусан қауымдастықтары қоңырбас (*Poa bulbosa*) қауымдастықтарына ауысады. Қоңырбастың енуіне жағдай жасайтын экологиялық қуыстардың босауы жайылымды шамадан тыс пайдалану, далалық жолдар жүйесінің пайда болуы және табиғи қартаю әсерінен жусанның қурауы нәтижесінде жүзеге асырылады. Анықталған табиғи және антропогенді заңдылықтар өз кезегінде аумақты ресурстық игеру және табиғатты тиімді пайдалану бойынша іс-шараларды даярлаудың негізі болып табылады.

Түйін сөздер: сукцессия, конассоциация, зоналды өсімдікжабыны, *Poa bulbosa*, дигрессия, экологиялық қуыс.

Введение

Центральная Азия, будучи одним из крупнейших засушливых и полувасушливых регионов Северного полушария, особенно подвержена влиянию засухи и антропогенному воздействию [6, 11, 12]. Динамика растительности является важным индикатором экологической среды и проявляет значительную чувствительность к климатическим и антропогенным факторам [1, 3, 9, 13]. В связи с этим изучение динамики растительности и трендов смены фитоценозов под воздействием как природных, так и антропогенных факторов, ответной реакции на изменение климата представляет собой важную стратегическую задачу для засушливых и полувасушливых территорий [5, 7, 14].

Под динамикой растительности понимают постепенные направленные изменения, которые могут быть вызваны как внутренними, так

и внешними факторами и имеют необратимый характер [29, 31]. Природная динамика определяется тремя типами смен (сукцессий) [32, 33]: сингенезом (заселение растениями первично или вторично свободной территории), эндоэкогенезом (обусловлено изменениями среды, вызванными жизнедеятельностью доминантов и компонентов фитоценоза), экзогенезом (происходит под влиянием внешнего фактора). Антропогенные сукцессии являются частным случаем экзогенных смен. Антропогенные смены делятся на: дигрессии (обратимые или необратимые); демутации (восстановительные, квазивосстановительные); дигрессионно-восстановительные – связаны с импульсивным нарушением, при постоянном антропогенном воздействии могут формироваться квазикоренные сообщества, контролируемые режимом воздействия [16].

Исследования проводились в Северном Приаралье, где белоземельнопопынные (*Artemisia*

terrae-albae Krasch.) сообщества господствуют на плакорной части равнины на бурых пустынных нормальных и солонцеватых почвах, которые были выбраны в качестве объекта исследований.

Для понимания коренных и переменных состояний растительности в пределах генетически однородных территорий мы использовали понятие *конассоциация*, которое было предложено Б.А. Быковым. Этот термин предполагает существование на определенной территории стабильных фитоценозов и относящихся к ним серийных ценозов, связанных с нарушением среды и однородности условий и предполагает коренное и переменное состояние единого в генетическом отношении участка растительности [19]. Конассоциация является динамической, экологической, территориальной и генетической единицей [27]. Название конассоциации дается по коренной ассоциации (материнскому ядру).

Изучение конассоциаций предполагает их практический аспект, на который указывал Б.А. Быков. Выявление серийных ценозов позволяет определить положение в ряду и скорость демулационных смен, что в условиях пустыни необходимо для оценки пастбищного и ресурсного потенциала территории. Также важен аспект механизма устойчивости в конассоциации, который различается на разных уровнях организации фитоценосистемы: организменный – экобиоморфный – ценопопуляционный – субституционный (замещающий, компенсационный) – блочно-системный (меняются основные доминанты ярусов и синузий, происходит деструктуризация). Устойчивость рассматривается как способность растительности, при воздействии извне, находиться в исходно-«коренном» состоянии за счет механизмов уровня статичности, быстро восстанавливать исходно-«коренное» состояние из динамического за счет механизмов уровня пластичности [28].

В Северном Приаралье были определены основные составляющие белоземельно-полынной конассоциации [36], среди естественных сообществ: эфемерово-итсигеково-белоземельно-полынное, эфемерово-белоземельно-полынное, ковыльно-белоземельно-полынное; антропогенные варианты: итсигеково-белоземельно-полынное, эбелеково-белоземельно-полынный агроценоз. При разных стадиях пастбищной дигрессии коренные сообщества сменяются на белоземельно-полынно-эфемеровые, сорнотравно-белоземельно-полынно-итсигековые, сорнотравно-итсигековые,

эфемерово-сорнотравные сообщества и группировки.

Цель исследований состояла в выявлении природных и антропогенных факторов динамики белоземельно-полынных сообществ Северного Приаралья на основе анализа современных и ретроспективных данных.

Материалы и методы

Исследования проводились на ботаническом стационаре «Терескент» и прилегающей территории в Шалкарском районе Актюбинской области в течение двух сезонов 2024 г. (апрель и август). Кроме того, в статье были использованы фондовые материалы, полученные в результате выполнения гранта МОН РК «Устойчивое функционирование и возможности реабилитации зональных экосистем Северного Приаралья» (2015-2017 гг.).

Применялись традиционные геоботанические методы исследований [18]. На пробных площадках размером 100 м², фиксированных на местности прибором GPS, проводились геоботанические описания растительных сообществ. Описание растительности выполнялось на специальных бланках, включающих разделы, отражающие основные компоненты ландшафта, рельеф, почвы, растительность и их состояние. Особое внимание уделялось изучению пространственной структуры растительных сообществ и их связи с рельефом, почвами, увлажнением. При описании растительных сообществ учитывается: 1) флористический состав; 2) общее проективное покрытие; 3) фенофаза; 4) обилие видов по шкале Друде; 5) характер распределения видов. Определяются факторы воздействия на растительность (природные или антропогенные).

Сбор гербария проводился при описании растительных сообществ. Определение незнакомых видов растений осуществлялось при камеральной обработке собранного материала с использованием «Иллюстрированного определителя растений Казахстана» в 2-х томах (1969, 1972) и «Флоры Казахстана» в 9 томах (1956-1966) [24, 35]. Таксономия видов сверялась с интернет-ресурсом «Plants of the World Online» [8].

Результаты и их обсуждение

Наши исследования в 2015-2017 гг. выявили основное ядро (коренную / зональную) ассоциацию – эфемероидно-белоземельно-полынную

с итсигеком (*Artemisia terrae-albae*, *Anabasis aphylla* L., *Rheum tataricum* L.f., *Poa bulbosa* L., *Catabrosella humilis* (M.Bieb.) Tzvelev).

На 4 ключевых участках белоземельнопопынников зарегистрировано 53 вида растений (таблица 1). Флористический состав сообществ варьирует от 6 до 24 видов, среди них высокая доля эфемеров и эфемероидов, таких как: *Prangos odontalgica* (Pall.) Herrnst. & Heyn, *Poa bulbosa*, *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach, некоторые из них увеличивают обилие при пастбищной нагрузке (*Alyssum desertorum* Stapf, *Filago arvensis* L.). Обязательными компонентами сообществ являются однолетние солянки, среди которых можно выделить ряд видов, индицирующих выпас умеренной степени (*Pyankovia brachiata* (Pall.) Akhani & Roalson, *Grubovia sedoides* (Pall.) G.L.Chu, *Polycnemum arvense* L.).

Общее проективное покрытие изученных сообществ в среднем составляет 40-45 %, доля полыни белоземельной – от 24 до 40 %. Увеличение / снижение общего проективного покрытия определяется обилием эфемеров и эфемероидов, что связано с разными по количеству осадков годами. Численность полыни варьировала от 475 до 991 экземпляра на 100 кв. м.

При слабом изменении микрорельефа с микропонижениями формируются эфемерово-белоземельно-попынные сообщества с микроценозами тырсика (*Stipa sareptana* A.K.Becker). Также встречаются микрофитоценозы ковылка (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr.), в которых можно найти степные виды (*Artemisia austriaca* Jacq., *Tanacetum achilleifolium* (M.Bieb.) Sch.Bip.) [23].

Антропогенные модификации зональных фитоценозов связаны с сильной степенью нарушения, обусловленной выпасом и дорожной дигрессией. На участке с сильным нарушением в окрестностях аула Шоқысу растительный покров представлен эфемерово-белоземельно-попынно-итсигековым (*Anabasis aphylla*, *Artemisia terrae albae*, *Ranunculus falcatus* L., *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski) сообществом. Общее проективное покрытие – 50 %. Полынь белоземельная занимает только 5 %, итсигек – 10 %, рогозавник и мортук – 20 %, эбелек (*Ceratocarpus arenarius* L.) – 10 %. В сообществе также присутствуют *Peganum harmala* L., *Pyankovia brachiata*, *Bassia eriophora* (Schrader) Asch. Доминантная роль полыни белоземельной переходит к итсигеку (*Anabasis aphylla*) – индикатору нарушений. Общее проективное покрытие сообщества снижается на 5-10 %, проективное покрытие доминанта – на 35-40 % [22].

Таблица 1 – Фитоценологическая характеристика белоземельнопопынных сообществ

Виды	Территория стационара									За пределами стационара		
	Участок 1 (3)			Участок 2 (9)			Участок 3 (15)			Участок 4 (10)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
	Обилие											
Кустарники и кустарнички												
<i>Atraphaxis spinosa</i> L.	sol	sol	sol	-	un-sol	sol	-	-	-	-	-	-
<i>Ephedra distachya</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	un-sol	-	-	-
<i>Oreosalsola arbusculiformis</i> (Drobow) Sennikov	-	-	-	-	-	-	-	-	un-sol	-	-	-
Полукустарники и полукустарнички												
<i>Anabasis aphylla</i> L.	sol	sol	sol	-	sol	sol	-	sol-sp	-	sol	sp	sol
<i>Anabasis salsa</i> (Ledeb.) Benth. ex Volkens	-	-	-	-	-	-	sol-sp	sol	un-sol	-	-	-
<i>Artemisia terrae-albae</i> Krasch.	cop ₁₋₂	cop ₁₋₂	cop ₁₋₂	cop ₁₋₂	cop ₁₋₂	cop ₁	cop ₁₋₂	cop ₁₋₂	cop ₁₋₂	cop ₁₋₂	cop ₁	cop ₁₋₂
<i>Atriplex cana</i> Ledeb.	-	-	-	-	-	-	-	-	un-sol	-	-	-
<i>Bassia prostrata</i> (L.) Beck	-	-	-	sol	sol	-	sol	sol	-	sol-sp	-	-
<i>Caroxylon orientale</i> (S.G.Gmel.) Tzvelev	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sp

Продолжение таблицы

Виды	Территория стационара									За пределами стационара		
	Участок 1 (3)			Участок 2 (9)			Участок 3 (15)			Участок 4 (10)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
	Обилие											
Многолетние травы												
<i>Agropyron desertorum</i> (Fisch. ex Link) Schult.	-	-	-	-	sol	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allium decipiens</i> Fisch. ex Schult. & Schult.f.	sol	sol	-	-	un-sol	-	-	-	-	-	sol	-
<i>Allium schubertii</i> Zucc.	-	-	-	-	-	-	un-sol	sol	-	sol	-	-
<i>Asparagus breslerianus</i> Schult. & Schult.f.	-	-	-	-	-	-	un-sol	un-sol	-	un-sol	-	-
<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.	-	-	-	-	-	-	-	un-sol	-	-	-	-
<i>Carex pachystylis</i> J.Gay	-	-	sol	-	-	-	-	-	-	-	-	sol
<i>Catabrosella humilis</i> (M.Bieb.) Tzvelev	-	-	-	sol	sol-sp	un-sol	-	sol	-	-	-	-
<i>Cistanche salsa</i> (C.A.Mey.) Beck	-	-	-	-	-	-	-	un-sol	-	-	-	-
<i>Eremurus inderiensis</i> (M.Bieb.) Regel	sol	un-sol	sol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ferula caspica</i> M.Bieb.	-	-	sol	-	-	-	un-sol	sol	-	-	-	-
<i>Fritillaria karelinii</i> (Fisch. ex D.Don) Baker	sol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ixiolirion tataricum</i> (Pall.) Schult. & Schult.f.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sol	-	-
<i>Leontice incerta</i> Pall.	sol	un-sol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Megacarpaea megalocarpa</i> (Fisch. ex DC.) Schischk. ex B.Fedtsch.	-	sol	-	-	-	-	un-sol	sol	-	-	-	-
<i>Phlomoides uralensis</i> Salmaki	-	-	-	-	-	-	-	un-sol	-	-	-	-
<i>Poa bulbosa</i> L.	sol-sp	sp	sol-sp	sol	cop ₁	sp	sol-sp	sp-cop ₁	un-sol	sol	cop ₁	sol
<i>Prangos odontalgica</i> (Pall.) Herrnst. & Heyn	sol	sol	-	sol	sol	-	un-sol	un-sol	-	sol	-	-
<i>Rheum tataricum</i> L.f.	sol	sol	sol	-	sol	-	sol	sol	-	sol	sol	-
<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	sol	sol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stipa sareptana</i> A.K.Becker	sol	sol	-	sol-sp	sol-sp	sp	-	-	-	-	sol-sp	sol
<i>Takhtajaniantha pusilla</i> (Pall.) Nazarova	-	-	-	-	un-sol	-	-	-	-	-	sol	-
<i>Tanacetum achilleifolium</i> (M.Bieb.) Sch.Bip.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sol	-	-
<i>Thalictrum isopyroides</i> C.A.Mey.	sol-sp	sol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tulipa buhseana</i> Pall.	-	-	-	sol	un-sol	-	un-sol	-	-	sol	sol	-
<i>Ziziphora tenuior</i> L.	sol	sol	-	-	-	-	-	-	-	sol	-	-
Однолетники												
<i>Alyssum turkestanicum</i> Regel & Schmalh.	sol-sp	sol	-	sol	sol-sp	sol	sol	sol	-	cop ₁₋₂	sp	-
<i>Arnebia decumbens</i> (Vent.) Coss. & Kralik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sol	-	-

Продолжение таблицы

Виды	Территория стационара									За пределами стационара		
	Участок 1 (3)			Участок 2 (9)			Участок 3 (15)			Участок 4 (10)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
	Обилие											
<i>Bassia sedoides</i> (<i>Grubovia sedoides</i> (Pall.) G.L.Chu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sp	cop ₁₋₂	-
<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	sol	sol	sol	sol	sol-sp	sol	sol	sol	-	sol	sp	sol
<i>Chorispora tenella</i> (Pall.) DC.	-	-	-	-	un-sol	-	un-sol	-	-	-	-	-
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	sp	sol-sp	sol	-	-	-	-	-	-	sol	-	-
<i>Eremopyrum orientale</i> (L.) Jaub. & Spach	sp	sp-cop ₁	sp	-	-	un-sol	sol	sol	-	-	-	-
<i>Eremopyrum triticeum</i> (Gaertn.) Nevski	-	-	sol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Filago arvensis</i> L.	sp	sol	-	-	sol	-	-	un-sol	-	sol-sp	sp-cop ₁	-
<i>Girgensohnia oppositiflora</i> (Pall.) Fenzl	-	-	-	sol	-	sol	-	-	-	sol	-	-
<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	-	-	-	-	-	-	un-sol	un-sol	-	-	-	-
<i>Lappula patula</i> (Lehm.) Menyh.	sol	-	sol	-	-	-	-	sol	-	sol	sol-sp	-
<i>Lepidium perfoliatum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sol	-	-
<i>Medicago medicaginoides</i> (Retz.) E.Small	sol	sol	-	-	-	-	-	-	-	sol	-	-
<i>Polycnemum arvense</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	un-sol	-	sol-sp	-	-
<i>Polygonum acetosum</i> M.Bieb.	sol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudoheterocaryum rigidum</i> (A.DC.) Kaz.Osaloo & Saadati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sp	-
<i>Pyankovia brachiata</i> (Pall.) Akhani & Roalson	-	-	-	-	-	-	-	sol	-	sp	-	-
<i>Ranunculus testiculatus</i> Crantz	sol	sol	-	sol	sol	-	sol	sol	-	-	-	-
Общее проективное покрытие (ОПП) сообщества / ПП полыни (%)	45:35	45:30	45:30	45:30	50:30	45:30	45:24	50:30	40:40	40:39	80:40	40:30
Всего видов в сообществе: 53	23	21	12	11	18	10	17	24	6	24	14	7

В весенний период эти нарушенные пастбища становятся белоземельнопопынно-эфемероидными (*Rheum tataricum*, *Ranunculus platyspermus* Fisch. ex DC., *R. falcatus*, *Alyssum desertorum* Stapf, *Descurainia sophia*, *Artemisia terrae-albae*, *Anabasis aphylla*) с общим проективным покрытием 60-70%. Проективное покрытие ценного ресурсного вида ревеня татарского составляет 32-44 % с урожайностью сухого корня от 23,5 до 41,5 ц/га, что может представлять интерес для заготовки лекарственного сырья.

Дорожная дигрессия приводит к замене коренных сообществ на однолетнесолянковые (*Atriplex aucheri* Moq., *Salsola australis*

R.Br., *Grubovia sedoides*, *Soda foliosa* (L.) Akhani, *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge, *Girgensohnia oppositiflora* (Pall.) Fenzl, *Pyankovia brachiata*, *Ceratocarpus arenarius*), эфемеровые (*Eremopyrum orientale*, *Lepidium perfoliatum* L.), горцевые (*Polygonum aviculare* L.) группировки и проценозы на техногенном рельефе с общим проективным покрытием до 60 %. Участие полыни белоземельной единично.

Другим аспектом, в котором трудно выявить природный или антропогенный характер смен, является формирование сообществ с доминированием и субдоминированием мятлика луковичного (*Poa bulbosa*).

Для выявления закономерностей были заложены три площадки (таблица 2), на которых фиксировался видовой состав, фитоценоотические показатели и степень антропогенной нарушенности. На площадках произрастает 30 видов растений, от 7 до 22, что связано с разными годами и сезонами обследования. В зависимости от степени антропогенной нарушенности меняется процентное соотношение мятлика и коренного ценозообразователя – полыни белоземельной. На площадке 1 сильная степень нарушенности сохраняется в течение 10 лет. Доминантом сообщества остается мятлик. На участке были отмечены единичные всходы полыни. Мониторинг 2024 года показал, что в мятликовом сообществе появились группировки полыни (2 %) и итсигека (3-5 %), отмечены очаги сильного нарушения, связанного не только с выпасом, но и влиянием грызунов. Основной фактор преобразования сообщества – антропогенный, однако не исключено естественное старение полыни белоземельной и заполнение свободных ниш мятликом, который через 10 лет сформировал дернину, занимающую 50-70 % площади сообщества, что снижает возможность прорастания всходов из-за конкуренции за влагу. Площадка 2: наблюдения 2016 г. выявили антропогенную нарушенность средней степени (дорожная дигрессия и выпас). Полынь – субдоминант сообщества, большая

часть особей старые и погибшие, но есть имматурные, генеративные особи и всходы. Мониторинг 2024 г. показал восстановление доминантной роли полыни, даже при наличии дернины, занимающей до 60 % площади сообщества. Всходов нет, но отмечены имматурные экземпляры. Вероятнее всего, появление мятлика в сообществе связано с естественным старением полыни, плохим возобновлением и заполнением свободных экологических ниш мятликом. Возобновление полыни, особенно в благоприятные по осадкам годы, позволило восстановить доминантную роль коренного вида. Площадка 3: наблюдения 2016 г. показали, что антропогенная нарушенность была слабой с очагами средней, о чем свидетельствовало также наличие пустынного мха. При этом на обследованной территории выделялись два компонента белоземельно-полынной конассоциации: полынное сообщество занимало 25 %, мятликовое – 30 %. Преобладали старые особи полыни, в понижениях отмечены всходы. Мониторинг 2024 г. показал восстановление доминантной роли полыни при средней степени нарушенности (выпас, норы грызунов) и наличии дернины 65-75 %. Всходов нет, но много молодых генеративных особей. Появление мятликовых сообществ внутри белоземельно-полынной конассоциации произошло по причине старения полыни.

Таблица 2 – Фитоценоотическая характеристика мятликовых сообществ

Виды / № площадки / дата обследования	1			2		3	
	13/06/2015	31/05/2016	23/08/2024	29/05/2016	23/08/2024	29/05/2016	23/08/2024
Координаты	N 47,387823° E 61,089235°			N 47,305564° E 60,997212°		N 47,311984° E 60,977311°	
Обилие							
Полукустарники и полукустарнички							
<i>Anabasis aphylla</i> L.	sol	sol	sol	-	sol	sol	0,5-1%
<i>Artemisia terrae-albae</i> Krasch.	sol	sol-sp	sol	sp	sp-cop ₁	sp	sp-cop ₁
<i>A. semiarida</i> (Krasch. & Lavrenko) Filatova	-	-	-	-	-	sol	-
<i>Bassia prostrata</i> (L.) Beck	sol	-	-	-	-	-	-
Многолетние травы							
<i>Carex pachystylis</i> J.Gay	sol	-	-	-	-	-	-
<i>Catabrosella humilis</i> (M.Bieb.) Tzvelev	-	-	sol	sol-sp	-	sol	-
<i>Koeleria glauca</i> (Spreng.) DC.	sol	-	-	-	-	-	-
<i>Poa bulbosa</i> L.	cop ₁	cop ₁	sp-cop ₁	cop ₂	sp	cop ₂	sp-cop ₁

Продолжение таблицы

Виды / № площадки / дата обследования	1			2		3	
	13/06/2015	31/05/2016	23/08/2024	29/05/2016	23/08/2024	29/05/2016	23/08/2024
Координаты	N 47,387823° E 61,089235°			N 47,305564° E 60,997212°		N 47,311984° E 60,977311°	
<i>Rheum tataricum</i> L.f.	sol	-	-	-	sol	-	-
<i>Takhtajaniantha pusilla</i> (Pall.) Nazarova	sol	-	-	-	-	-	-
<i>Tanacetum achilleifolium</i> (M.Bieb.) Sch.Bip.	sol	sol	-	-	-	-	-
<i>Tulipa biflora</i> Pall.	sol	sol	sol	sol	sol	sol	-
Однолетники							
<i>Alyssum desertorum</i> Stapf	sol	sol-sp	-	sp	sol	sp	sol
<i>Bassia eriophora</i> (Schrad.) Asch.	sp	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	sol	sp	sol-sp	-	sol-sp	sol	sol
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	sol	-	-	-	sol	-	sol
<i>Eremopyrum orientale</i> (L.) Jaub. & Spach	sol	sol	-	-	-	sol-sp	-
<i>Filago arvensis</i> L.	-	sp-cop ₁	-	sp-cop ₁	-	sp	-
<i>Girgensohnia oppositiflora</i> (Pall.) Fenzl	-	-	sol	sol	sol	-	-
<i>Grubovia sedoides</i> (Pall.) G.L.Chu	-	-	-	sol	-	sol	-
<i>Lappula patula</i> (Lehm.) Menyh.	sol	-	-	sol-sp	-	sol-sp	-
<i>Medicago medicaginoides</i> (Retz.) E.Small	sol	-	-	-	-	-	-
<i>Oxybasis glauca</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	sol	-	-	-	-	-	-
<i>Petrosimonia brachiata</i> (Pall.) Bunge	-	-	-	cop _{1,2} 3-5%	-	-	-
<i>Polycnemon arvense</i> L.	sol-sp	sol	sol	sol-sp (gr)	sol	sol	sol
<i>Polygonum aviculare</i> L.	sol	-	sol	-	sol	-	-
<i>Prangos odontalgica</i> (Pall.) Herms. & Heyn	sol	-	-	-	-	-	-
<i>Pyankovia brachiata</i> (Pall.) Akhani & Roalson	sol	sp-cop ₁	sol	-	-	sp (cop ₁)	-
<i>Ranunculus testiculatus</i> Crantz	-	sol	sol	sol	sol	sp	-
<i>Soda foliosa</i> (L.) Akhani	-	-	-	-	sol	-	-
Мхи							
<i>Tortula caninervis</i> (Mitt.) Broth.	-	-	-	-	-	sol-sp	-
Общее проективное покрытие (ОПП) сообщества / ПП мятлика / ПП полыни (%)	50-60 /40 /0,5	35 /25-30 /2	45 /30 /2 дернина мятлика – 50-70 %	75-80 /45-50 (до 70) /5-7	60 /10 /30-35 дернина мятлика – 10-15 (до 60) %	50-60 /35-40 / 10-15	50 /15-20 /25-30 дернина мятлика – 65-75 %

Продолжение таблицы

Виды / № площадки / дата обследования	1			2		3	
	13/06/2015	31/05/2016	23/08/2024	29/05/2016	23/08/2024	29/05/2016	23/08/2024
Координаты	N 47,387823° E 61,089235°			N 47,305564° E 60,997212°		N 47,311984° E 60,977311°	
Название сообщества	мятlikовое	мятlikовое	мятlikовое с группировками полыни и итсигека	белоземельно-полынно-мятlikовое	мятlikово-белоземельно-полынное	белоземельно-полынно-мятlikовое	мятlikово-белоземельно-полынное с итсигеком
Степень антропогенной нарушенности	сильная	сильная	средняя с очагами сильной (выпас, норы грызунов)	средняя	средняя (выпас, дороги)	слабая с очагами средней	средняя (выпас, норы грызунов)
Примечание	всходы полыни единичны	всходы полыни единичны	всходов полыни нет	есть всходы, имматурные и генеративные особи полыни, много сенильных и погибших особей	всходов нет, много имматурных особей полыни	есть всходы в микро-понижениях, в основном сенильные особи полыни	всходов нет, много молодых генеративных особей полыни
Всего видов в сообществе: 30	22	12	11	11	13	16	7

Ареал полыни белоземельной простирается от 52° на севере до 40° – на юге [15]. Наиболее широко белоземельнополынная формация распространена в подзоне средних пустынь. В подзоне северных пустынь часто образует комплексы с биюргуном. Белоземельнополынные сообщества являются осенне-зимними пастбищами, их продуктивность составляет в среднем 3-4 ц/га. Подают полынью овцы и верблюды [17]. Состояние пастбищ, проективное покрытие доминанта зависят от интенсивности использования.

Видовой состав эфемероидно-итсигеково-белоземельнополынной ассоциации на территории стационара в конце 60-х годов прошлого века насчитывал 74 вида, численность полыни была 1438-1560 экз./100 кв. м [30]. Заповедный режим, существовавший на стационаре до 90-х годов, оказывал благоприятное влияние на флористический состав, синузальную структуру сообществ и полноту использования ресурсов окружающей среды. Уменьшение биологических показателей в белоземельнополынных сообществах связано с нарушением заповедного режима.

Природная динамика белоземельнополынных в Северном Приаралье определяется эндоэкогенетическими сукцессиями, обусловленными жизнедеятельностью доминантов и субдоминантов сообществ; экзогенными сукцессиями, связанными с локальной эрозией почвы и появлением микропонижений.

Антропогенная динамика вызвана пастбищной и дорожной дигрессией, ведущей к снижению функциональной значимости и продуктивности растительности. Пастбищная дигрессия на полукустарничковых пастбищах глинистых пустынь Северного Приаралья проходит 5-7 фаз до полного сбоя [25].

Природно-антропогенный характер имеют смены белоземельнополынных на мятlikовые сообщества. Мятлик в сообществах полыни белоземельной – естественный компонент, который может менять свое обилие в зависимости от климатических условий и воздействия природных и антропогенных факторов.

Антропогенные смены коренных сообществ на мятlikовые описывают многие авторы. В Калмыкии мятлик становится субдоминантом лерхополынных, дерновиннозлаково-ромашниково-лерхополынных, типчаково-лерхополынных (*Artemisia lercheana* Weber ex Stechm., *Tanacetum achilleifolium*, *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Stipa lessingiana*) сообществ на светло-каштановых почвах при пастбищной дигрессии III степени [34]. На солонцах Сарпинской низменности мятлик, эфемеры (*Lepidium perfoliatum*, *L. ruderale* L., *Alyssum turkestanicum* Regel & Schmalh.) и однолетние солянки (*Ceratocarpus arenarius*, *Grubovia sedoides*, *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv.) под воздействием усиленного выпаса формируют модифицированные

фитоценозы и становятся основными ценозообразователями. При этом коренные сообщества на средних солонцах при умеренном выпасе образуют многолетние злаки (*Festuca valesiaca*, *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult., *Leymus ramosus* (K.Richt.) Tzvelev) и полукустарнички (*Bassia prostrata* (L.) Beck, *Artemisia lercheana*, *Tanacetum achilleifolium*) [20]. За пределами своего ареала, который простирается от западной Европы и Северной Африки до Синьцзяна и Монголии [8], мятлик может проявлять агрессивность. В США показал себя как высококонкурентный инвазионный вид. Этому способствует сложная репродуктивная стратегия. Он может размножаться семенами посредством амфимиксиса и апомиксиса, а также вегетативно-базальными луковичками, развивающимися в основании вегетативных побегов, и луковичками (бульбочками), образующимися в соцветиях [4]. Достаточно одного растения, чтобы дать начало новой колонии [10].

Освобождение экологических ниш для внедрения мятлика в Северном Приаралье происходит под воздействием выпаса, формирования сети полевых дорог и гибели полыни в результате естественного старения. Для пустынных сообществ характерно массовое прорастание семян полыни в весенний период, в благоприятный по осадкам год сохраняется от 14 до 30 % всходов [22], которые могут сформировать одновозрастные фитоценозы, приходящие к сенильной стадии одновременно. При постоянном сильном антропогенном воздействии демутиация не происходит, мятликовые ценозы остаются на стадии инициальных группировок полыни. Антропогенное воздействие средней степени не тормозит восстановительные смены, мы можем отметить, что за 9-летний период доминантная роль полыни восстанавливается при сохранении субдоминантного положения мятлика.

Белоземельнополынная конассоциация с ее составными элементами представляет собой территориальную единицу с выраженной в пространстве гетерогенностью и неравнозначными компонентами (микроценозами): полынь – 30-40 % / мятлик – 15-20 % / климакоптера – 15 %; полынь – 25 % / мятлик – 30 %; мятлик – 80 % / полынь – 15 % / тырсык – 5 %.

Заключение

В зональных растительных сообществах Северного Приаралья доминируют эндоэкогенетические процессы, обусловленные жизнедеятель-

ностью доминантов. Для конассоциации полыни белоземельной отмечена цикличность субдоминирования и доминирования мятлика луковичного (*Poa bulbosa*). Эндоэкогенетическая сукцессия не достигает терминальной стадии и тормозится по модели ингибирования [2]. Смена доминирования полыни на эфемероиды близка к флуктуациям, объяснимым также засухами. Доминирование эфемероидов способствует иссушению верхних биогоризонтов почвы и препятствует возобновлению полукустарничков. Их развитие возможно из-за ранней и короткой вегетации. В условиях бурых пустынных почв полынь развивает вторичные корни в биогоризонте 3-20 см, но позже отрастания мелкотравья. Белоземельнополынные на основе саморегуляции сохраняют зональную структуру при снижении пастбищных нагрузок (в период охраны участков стационара), но частично подвержены процессам деструктуризации, т.е. замене доминанта (*Artemisia terrae-albae*) на итсигек, субдоминированию и доминированию мятлика и сорных однолетников при влиянии экзогенных факторов, в том числе антропогенных. Нарушается возрастной спектр ценопопуляций, проективное покрытие, продуктивность по сезонам года [26].

Выявленные закономерности природной и антропогенной динамики представляют собой основу для разработки мероприятий по рациональному природопользованию. Участки сильно сбитых пастбищ у поселков следует исключить из использования и проводить мероприятия по полукоренному улучшению. При средней степени нарушенности пастбищ их используют на 50-65 %, при сильной – на 30-40 %. Слабонарушенные белоземельнополынные пастбища могут быть использованы на 70 %. Среди необходимых мероприятий для поддержания устойчивой продуктивности пастбищ рекомендуются: ограничение выпаса (в зависимости от степени нарушенности); пастбищеоборот; полукоренное улучшение; исключение использования пастбищ [21].

Припоселковые сильно нарушенные пастбища представляют собой ресурсный потенциал для использования лекарственного сырья ревения татарского при соблюдении научно обоснованного рекомендуемого объема ежегодной заготовки фитомассы.

Благодарность, конфликт интересов

Источник финансирования данного исследования: Комитет науки Министерства науки

и высшего образования Республики Казахстан ИРН: BR21882122 «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ,

концепция, прогнозные оценки и сценарии» (2023-2025 гг.).

Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Литература

1. Chuai X.W., Huang X.J., Wang W.J., Bao G. NDVI, temperature and precipitation changes and their relationships with different vegetation types during 1998–2007 in Inner Mongolia, China // *Int. J. Clim.* – 2013. – Vol. 33. – Pp. 1696–1706. <https://doi.org/10.1002/joc.3543>
2. Connel J., Slatyer R. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization // *Am. Nat.* – 1977. – Vol. 111: 982. – Pp. 1119–1144. <https://www.jstor.org/stable/2460259>
3. Han H., Bai J., Ma G., Yan J. Vegetation Phenological Changes in Multiple Landforms and Responses to Climate Change // *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* – 2020. – Vol. 9 (2): 111. <https://doi.org/10.3390/ijgi9020111>
4. Kaybeleva E. I., Arkhipova E. A., Yudakova O. I., Voronin M. Yu. The Poa bulbosa L. Reproductive Strategy in the Steppe Phytocenoses of the Lower Volga Region // *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology.* – 2020. – Vol. 20, iss. 4. – Pp. 395–403. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-395-403>
5. Lin Q., Wu Z., Singh V.P., Sadeghi S.H.R., He H., Lu G. Correlation between hydrological drought, climatic factors, reservoir operation, and vegetation cover in the Xijiang Basin, South China // *J. Hydrol.* – 2017. – Vol. 549. – Pp. 512–524. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.04.020>
6. Luo N., Mao D., Wen B., Liu X. Climate Change Affected Vegetation Dynamics in the Northern Xinjiang of China: Evaluation by SPEI and NDVI // *Land.* – 2020. – Vol. 9 (3), 90. <https://doi.org/10.3390/land9030090>
7. Luo Z., Song Q., Wang T., Zeng H., He T., Zhang H., Wu W. Direct Impacts of Climate Change and Indirect Impacts of Non-Climate Change on Land Surface Phenology Variation across Northern China // *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* – 2018. – Vol. 7, 451. <https://doi.org/10.3390/ijgi7110451>
8. Plants of the World Online. (POWO, 2024). – [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
9. Seddon A.W.R., Macias-Fauria M., Long P.R., Benz D., Willis K.J. Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability // *Nature.* – 2016. – Vol. 531. – Pp. 229–232. <https://doi.org/10.1038/nature16986>
10. Sheffer E., Meron E., Shachak M. Self-organization and vegetation pattern formation: Poa bulbosa L. as a model species // *Israel Journal of Ecology and Evolution.* – 2007. – Vol. 52. – P. 159–204.
11. Xu H., Zhao C., Wang X. Spatiotemporal differentiation of the terrestrial gross primary production response to climate constraints in a dryland mountain ecosystem of northwestern China // *Agric. For. Meteorol.* – 2019. – Vol. 276–277, 107628. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192319302369>
12. Yu H., Bian Z., Mu S., Yuan J., Chen F. Effects of Climate Change on Land Cover Change and Vegetation Dynamics in Xinjiang, China // *International Journal of Environmental Research and Public Health.* – 2020. – Vol. 17(13), 4865. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134865>
13. Zhang F., Quan Q., Ma F., Tian D., Hoover D.L., Zhou Q., Niu S. When does extreme drought elicit extreme ecological responses? // *J. Ecol.* – 2019. – Vol. 107. – Pp. 2553–2563. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13226>
14. Zhou Y., Zhang L., Fensholt R., Wang K., Vitkovskaya I., Tian F. Climate Contributions to Vegetation Variations in Central Asian Drylands: Pre- and Post-USSR Collapse // *Remote Sens.* – 2015. – Vol. 7. – Pp. 2449–2470. <https://doi.org/10.3390/rs70302449>
15. Акжигитова Н.И., Брекле З.-В., Винклер Г., Волкова Е.А., Вухрер В., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Огарь Н.П., Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Храмцов В.Н. (под ред). Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). – СПб., 2003. – 424 с.
16. Антропогенная динамика растительного покрова Арктики и Субарктики: принципы и методы изучения // *Тр. БИН РАН.* Под ред. Б.А. Юрцева. – СПб, 1995. – Вып. 15. – 185 с.
17. Быков Б.А. Берегите пастбища. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 112 с.
18. Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.
19. Быков Б.А. Геоботанический словарь. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1973. – 214 с.
20. Гавинова А.Н., Джапова Р.Р. Изменения растительности солонцов Сарпинской низменности за четверть века // *Современные проблемы науки и образования.* – 2015. – №6. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23002>
21. Димеева Л.А., Курочкина Л.Я., Пермитина В.Н., Усен К., Садвокасов Р.Е., Салмуханбетова Ж.К., Иманалинова А.А. Устойчивое функционирование пастбищных экосистем Северного Приаралья и рекомендации по их рациональному использованию // *Материалы Международной научно-практической конференции «Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии». 7-9 сентября 2022 г., Алматы (Казахстан).* – С. 172–180.
22. Димеева Л.А., Пермитина В.Н., Султанова Б.М., Усен К., Лысенко В.В. Оценка восстановительной динамики белоземельнополынных (*Artemisia terrae-albae*) в Северном Приаралье // *Аридные экосистемы.* – 2017. – Т. 23, №4 (73). – С. 50–60.
23. Димеева Л.А., Султанова Б.М., Салмуханбетова Ж.К. Степные растительные сообщества в Северном Приаралье // *Материалы III Международной научной конференции «Биологическое разнообразие азиатских степей». Костанай, 24-27 апреля 2017.* – С. 70–74.

24. Иллюстрированный определитель растений Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1969. – Т. 1. – 644 с.; – 1972. – Т. 2. – 572 с.
25. Кириченко Н.Г. Антропогенные смены на пастбищах глинистых пустынь / Смены пустынной и субальпийской растительности при пастбищном использовании. – Алма-Ата, 1982. – С. 34-48.
26. Курочкина Л.Я. Мониторинг и картографирование деградации растительных формаций в экосистемах аридного Приаралья // Аридные экосистемы. – 2015. – Т. 21. – №4 (65). – С. 5-21.
27. Курочкина Л.Я., Вухрер В.В. Классификационные единицы пространственно-временной динамики растительности / Комплексная характеристика пастбищ пустынной зоны Казахстана. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1990. – С. 5-8.
28. Мирзадинов Р.А. Механизмы устойчивости растительности в пределах инварианта эпи(кон)ассоциации // Труды конф. «Актуальные проблемы геоботаники», посвящ. 100-летию акад. Б.А.Быкова. – Алматы, 2011. – С. 24-29.
29. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломеш А. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
30. Продуктивность пастбищ Северного Приаралья / под редакторством Бедарева С.А., Быков Б.А. – М.: Гидрометиздат, 1971. – 289 с.
31. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 384 с.;
32. Сукачев В.Н. Идея развития в фитоценологии // Советская ботаника. – 1942. – №1-3. – С. 5-17.
33. Сукачев В.Н. Растительные сообщества (Введение в фитоценологию). – Л.-М.: Книга, 1926. – 240 с.
34. Федорова Н.Л., Лиджиева Н.Ц., Уланова С.С. Результаты мониторинга пастбищных земель сухостепной зоны Республики Калмыкия // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 8 (122). <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-monitoringa-pastbischnyh-zemel-suhostepnoy-zony-respubliki-kalmykiya>
35. Флора Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1956. – Т. 1. – 354 с.; 1958. – Т. 2. – 292 с.; 1960. – Т. 3. – 460 с.; 1961. – Т. 4. – 548 с.; 1961. – Т. 5. – 515 с.; 1963. – Т. 6. – 465 с.; 1964. – Т. 7. – 497 с.; 1965. – Т. 8. – 447 с.; 1966. – Т. 9. – 640 с.
36. Шабанова Л.В., Лысенко В.В. Комплексная характеристика пастбищ пустынной зоны Казахстана. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1990. – 232 с.

References

1. Chuai X.W., Huang X.J., Wang W.J. and Bao G. (2013). NDVI, temperature and precipitation changes and their relationships with different vegetation types during 1998–2007 in Inner Mongolia, China. *Int. J. Clim.*, 33, 1696-1706. <https://doi.org/10.1002/joc.3543>
2. Connel J. and Slatyer R. (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.*, 111: 982, 1119–1144. <https://www.jstor.org/stable/2460259>
3. Han H., Bai J., Ma G. and Yan J. (2020). Vegetation Phenological Changes in Multiple Landforms and Responses to Climate Change. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 9 (2): 111. <https://doi.org/10.3390/ijgi9020111>
4. Kaybeleva E. I., Arkhipova E. A., Yudakova O. I. and Voronin M. Yu. (2020). The *Poa bulbosa* L. reproductive strategy in the steppe phytocenoses of the Lower Volga Region. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 20 (4), 395-403. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-395-403>
5. Lin Q., Wu Z., Singh V.P., Sadeghi S.H.R., He H. and Lu G. (2017). Correlation between hydrological drought, climatic factors, reservoir operation, and vegetation cover in the Xijiang Basin, South China. *J. Hydrol.*, 549, 512-524. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.04.020>
6. Luo N., Mao D., Wen B. and Liu X. (2020). Climate Change Affected Vegetation Dynamics in the Northern Xinjiang of China: Evaluation by SPEI and NDVI. *Land.*, 9 (3), 90. <https://doi.org/10.3390/land9030090>
7. Luo Z., Song Q., Wang T., Zeng H., He T., Zhang H. and Wu W. (2018). Direct Impacts of Climate Change and Indirect Impacts of Non-Climate Change on Land Surface Phenology Variation across Northern China. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 7, 451. <https://doi.org/10.3390/ijgi7110451>
8. Plants of the World Online. (POWO, 2024). – [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
9. Seddon A.W.R., Macias-Fauria M., Long P.R., Benz D. and Willis K.J. (2016). Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability. *Nature*, 531, 229-232. <https://doi.org/10.1038/nature16986>
10. Sheffer E. and Shachak M. (2007). Self-organization and vegetation pattern formation: *Poa bulbosa* L. as a model species. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 52, 159-204.
11. Xu H., Zhao C. and Wang X. (2019). Spatiotemporal differentiation of the terrestrial gross primary production response to climate constraints in a dryland mountain ecosystem of northwestern China. *Agric. For. Meteorol.*, 276-277, 107628. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192319302369>
12. Yu H., Bian Z., Mu S., Yuan J. and Chen F. (2020). Effects of climate change on land cover change and vegetation dynamics in Xinjiang, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4865. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134865>
13. Zhang F., Quan Q., Ma F., Tian D., Hoover D.L., Zhou Q. and Niu S. (2019). When does extreme drought elicit extreme ecological responses? *J. Ecol.*, 107, 2553-2563. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13226>
14. Zhou Y., Zhang L., Fensholt R., Wang K., Vitkovskaya I., and Tian F. (2015). Climate Contributions to Vegetation Variations in Central Asian Drylands: Pre- and Post-USSR Collapse. *Remote Sensing*, 7(3), 2449-2470. <https://doi.org/10.3390/rs70302449>
15. Akzhigitova, N.I., Breckle Z.-V., Winkler, G., Volkova, E.A., Wuhrer, V., Kurochkina, L.Ya., Makulbekova G.B., Ogar N.P., Rachkovskaya E.I., Safronova I.N. and Khramtsov, V.N. (Eds.) (2003). *Botanicheskaja geografija Kazahstana i Srednej Azii*

(v predelah pustynnoj oblasti) [Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert region)]. St. Petersburg [in Russian].

16. B.A.Yurcev. (Eds.) (1995). Antropogennaya dinamika rastitel'nogo pokrova Arktiki i Subarktika: principy i metody izucheniya [Anthropogenic dynamics of vegetation cover in the Arctic and Subarctic: principles and methods of study]. *Trudy BIN RAN*, vol. 15. St. Petersburg

17. Bykov, B.A. (1985). *Beregite pastbishcha* [Take care of the pastures]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

18. Bykov, B.A. (1978). *Geobotanika* [Geobotany]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

19. Bykov, B.A. (1973). *Geobotanicheskiy slovar'* [Geobotanical Dictionary]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

20. Gavina A.N. and Dzhapova R.R. (2015). Izmeneniya rastitel'nosti soloncov Sarpinskoy nizmennosti za chetvert' veka [Changes in vegetation of saline soils of the Sarpinskaya lowland over a quarter of a century]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 6. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23002> [in Russian].

21. Dimeeva L.A., Kurochkina L.Ya., Permitina V.N., Usen K., Sadvokasov R.E., Salmuhanbetova Zh.K. and Imanalinova A.A. (2022). Ustojchivoe funkcionirovanie pastbishchnykh ekosistem Severnogo Priaral'ya i rekomendatsii po ih racional'nomu ispol'zovaniyu [Sustainable functioning of pasture ecosystems of the Northern Aral Sea region and recommendations for their rational use] // *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Izuchenie, sohraneniye i racional'noye ispol'zovanie rastitel'nogo mira Evrazii»*, Almaty (Kazakhstan), 172-180.

22. Dimeyeva L.A., Permitina V.N., Sultanova B.M., Usen K. and Lysenko V.V. (2017). Ocenka vosstanovitel'noy dinamiki belozemel'nopolyannikov (*Artemisia terrae-albae*) v Severnom Priaral'e [Assessment of the restoration dynamics of white-earth wormwood (*Artemisia terrae-albae*) in the Northern Aral Sea region]. *Arid ecosystems*, 23: 4 (73), 50-60.

23. Dimeyeva L.A., Sultanova B.M. and Salmuhanbetova Zh.K. (2017). Stepnye rastitel'nye soobshchestva v Severnom Priaral'e [Steppe plant communities in the Northern Aral Sea region]. *Proceedings of the III International Scientific Conference "Biological Diversity of the Asian Steppes"*, Kostanay, 70-74.

24. (1969, 1972) *Illjustrirovannyj opredelitel' rastenij Kazahstana* [Illustrated Guide for Identification of Plants of Kazakhstan], vol. 1, 2. Alma-Ata: Nauka, [in Russian].

25. Kirichenko N.G. (1982). Antropogennye smeny na pastbishchakh glinistykh pustyn' [Anthropogenic changes in clay desert pastures]. *Smeny pustynnoj i subal'piskoj rastitel'nosti pri pastbishchnom ispol'zovanii*, Alma-Ata, 34-48.

26. Kurochkina L.Ya. (2015). Monitoring i kartografirovaniye degradatsii rastitel'nykh formatsij v ekosistemah aridnogo Priaral'ya [Monitoring and mapping the degradation of plant formations in the ecosystems of the arid Aral Sea region]. *Arid ecosystems*, 21: 4 (65), 5-21.

27. Kurochkina L.Ya. and Wucherer V.V. (1990). Klassifikatsionnye edinicy prostranstvenno-vremennoj dinamiki rastitel'nosti [Classification units of spatio-temporal dynamics of vegetation] / *Kompleksnaya harakteristika pastbishch pustynnoj zony Kazahstana*, Alma-Ata: Nauka, 5-8.

28. Mirzadinov R.A. (2011). Mekhanizmy ustojchivosti rastitel'nosti v predelah invarianta epi(kon)assotsiatsii [Mechanisms of vegetation stability within the limits of the epi(con)association invariant]. *Trudy konf. «Aktual'nye problemy geobotaniki», posvyashch. 100-letiyu akad. B.A.Bykova*, Almaty, 24-29.

29. Mirkin B.M., Naumova L.G. and Solomeshch A. (2001). *Sovremennaya nauka o rastitel'nosti* [Modern science of vegetation]. Moscow: Logos.

30. Bedareva S.A. and Bykov B.A. (1971). *Produktivnost' pastbishch Severnogo Priaral'ya* [Productivity of pastures of the Northern Aral Sea region], Moscow: Gidrometizdat.

31. Rabotnov T.A. (1978). *Fitotsenologiya* [Phytocenology]. Moscow: MGU.

32. Sukachev V.N. (1942). Ideya razvitiya v fitotsenologii [The idea of development in phytocenology]. *Sovetskaya botanika*, vol. 1-3, 5-17.

33. Sukachev V.N. (1926). *Rastitel'nye soobshchestva (Vvedenie v fitotsenologiyu)* [Plant communities (Introduction to phytocenology)]. Leningrad-Moscow: Kniga.

34. Fedorova N.L., Lidzheva N.C. and Ulanova S.S. (2022). Rezul'taty monitoringa pastbishchnykh zemel' suhostepnoj zony Respubliki Kalmykiya [Results of monitoring of grasslands in the dry steppe zone of the Republic of Kalmykia]. *International Scientific Research Journal*, 8 (122). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.88>

35. (1956-1966). *Flora Kazahstana* [Flora of Kazakhstan], vol. 1-9. Alma-Ata: Science [in Russian].

36. Shabanova L.V. and Lysenko V.V. (1990). *Kompleksnaya harakteristika pastbishch pustynnoj zony Kazahstana* [Comprehensive characteristics of pastures in the desert zone of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka.

Авторлар туралы мәлімет:

Лилия Аминовна Димеева – биология ғылымдарының докторы, Ботаника және фитоинтродукция институтының геоботаника зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: l.dimeyeva@mail.ru)

Жұлдыз Қанатқызы Салмұханбетова (корреспондент-автор) – Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биология және биотехнология факультетінің биоәртүрлік және биоресурстар кафедрасының екінші курс PhD докторанты; Ботаника және фитоинтродукция институтының геоботаника зертханасының кіші ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, электрондық пошта: zhuldyz.kanatkyzy@mail.ru)

Информация об авторах:

Димеева Лилия Аминовна – доктор биологических наук, заведующая лабораторией геоботаники Института ботаники и фитоинтродукции (Алматы, Казахстан, e-mail: l.dimeyeva@mail.ru);

Салмуханбетова Жулдыз Канаткызы (автор корреспонденции) – PhD докторант второго курса кафедры биоразнообразия и биоресурсов факультета биологии и биотехнологии Казахского национального университета имени аль-Фараби; младший научный сотрудник лаборатории геоботаники Института ботаники и фитоинтродукции (Алматы, Казахстан, e-mail: zhuldyz.kanatkyzy@mail.ru).

Information about authors:

Dimeyeva Liliya Aminovna – Doctor of biological science, Head of the Geobotany Laboratory, Institute of Botany and Phytointroduction (Almaty, Kazakhstan; e-mail: l.dimeyeva@mail.ru)

Salmukhanbetova Zhuldyz Kanatkyzy (corresponding author) – PhD student of the Department of Biodiversity and Bioresources, Faculty of Biology and Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University; Junior Researcher of the Laboratory of Geobotany of the Institute of Botany and Phytointroduction (Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhuldyz.kanatkyzy@mail.ru)

Поступила 20 февраля 2025 года

Принята 30 сентября 2025 года