

Динамика растительности фитомелиорированного очага дефляции на территории Республики Калмыкия

© 2022. Л. П. Рыбашлыкова, к. с.-х. н., в. н. с.,
Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН,
400062, Россия, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 97,
e-mail: ludda4ka@mail.ru

Изучены состояние растительного покрова и состав растительных сообществ восстановленного фитомелиорированного очага дефляции. Лесомелиоративное обустройство очага дефляции «Зелёная зона п. Комсомольский» проведено в 1998 г. в деструктивно-аккумулятивной зоне способом сплошной посадки джужгуна безлистного (*Calligonum aphyllum* (Pall.) Gurke) без предварительной подготовки почвы с помощью лесопосадочной машины МЛБ-1, оборудованной дерноснижками. В настоящее время в растительном покрове нижнего травяного яруса (возраст 20–23 года) преобладают разнотравно-злаковые и белопопынно-злаковые сообщества с проективным покрытием 65%. Видовой состав стабилизировался к 10–15 годам и насчитывает около 30 видов. Под защитой джужгуновых насаждений за 18–20-летний период сукцессий происходит формирование и стабилизация фитоценозов, созданы условия для внедрения видов, произрастание которых требовало определённого уровня плодородия почвы, более комфортного микроклимата, чем на деградированных почвах и открытых песках. С увеличением продолжительности сукцессий отмечены изменения в экобиоморфном составе фитоценозов, снижение доли однолетних видов, увеличение численности разнотравья. Установлено, что чрезмерный выпас и пирогенный фактор сдерживают прогрессивные сукцессии растительного покрова участка. Под воздействием перевыпаса в видовом составе в конкурентной среде виды примерно в равном соотношении замещаются другими видами. Происходит снижение кормовой ценности фитоценозов с развитием монокультур (малоценных видов растений). Полученные данные о флоре, численности, структуре растительного покрова демонстрируют современное состояние в «потухших» очагах дефляции на пастбищах Республики Калмыкия.

Ключевые слова: аридная зона, деградация земель, фитомелиорация, сукцессии, растительные сообщества.

Dynamics of vegetation of the phytomeliorated deflation zone on the territory of the Republic of Kalmykia

© 2022. L. P. Rybashlykova ^{ORCID: 0000-0002-3675-6243}
Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Meliorations
and Protective Aforestation of Russian Academy of Sciences,
97, Universitetsky Prospekt, Volgograd, Russia, 400062,
e-mail: ludda4ka@mail.ru

The state-of-the-art of the vegetation cover and plant communities composition of the restored phytomeliorated deflation zone has been studied. Forest reclamation arrangement of the “Green zone – Komsomol’skiy village” deflation zone was carried out in 1998 in a destructive-accumulative zone by continuous planting of *Calligonum aphyllum* without preliminary soil preparation. Tree-planting machine MLB-1 was used for these purposes. Forb-cereal and white wormwood-cereal communities with a projective cover of 65% is currently dominated in the vegetation cover of the lower grassy tier (age is 20–23 years). The species composition has stabilized to 10–15 years. About 30 species have been included in the species composition. The formation and stabilization of phytocenosis occurs under the protection of *Calligonum aphyllum* planting for 18–20-years period of succession. Conditions for the introduction of species, the growth of which required a certain level of soil fertility, as well as more comfortable microclimate than on degraded soils and open sands, have been created in the same period. There are changes in the ecobiomorphic composition of phytocenosis, a decrease in the share of annual species, an increase in the number of forbs with an increasing in the duration of successions. It was found that progressive successions of the site vegetation cover inhibit by overgrazing and pyrogenic factor. Under the influence of overgrazing in the species composition in a competitive environment, species are replaced by other species in approximately equal relation. There is a decrease in the feed value of phytocenoses with the development of monocultures (low-value plant species) The obtained data on the flora, abundance, and structure of vegetation cover demonstrate the current state in the “exhausted” centers of deflation in the pastures of the Republic of Kalmykia.

Keywords: arid zone, land degradation, phytomelioration, succession, plant community.

Растительные ресурсы имеют важнейшее значение для устойчивого развития пастбищных территорий, в том числе для развития животноводства в районах с аридным климатом. Растительность находится в тесной взаимосвязи с природными условиями и хозяйственным использованием территории [1–4]. Пастбища Республики Калмыкия используются круглогодично. Нерациональное использование земель, чрезмерные антропогенные нагрузки, превышающие порог устойчивости природных экосистем, приводят к деградации растительного покрова и деградации [5]. Процессы антропогенного опустынивания (1970–1980 гг.) охватили большие территории Республики Калмыкия, следствием чего стало нарушение экологического равновесия, обеднение видового и популяционного разнообразия природных экосистем. Однако благодаря принятым мерам и проведённым фитомелиоративным мероприятиям было остановлено лавинообразное опустынивание [6–9]. В настоящее время антропогенное воздействие на пастбищные экосистемы вновь усилилось и требует всё большего внимания к проблеме сохранения и восстановления природных биоресурсов. В числе актуальных направлений остаётся изучение динамики восстановления растительного покрова и профилактика его деградации.

Проведение исследований флористического состава и особенностей формирования естественной растительности является научной основой для решения задач по охране и воспроизводству кормовых ресурсов, разработке эффективных методов экологической реставрации нарушенных пастбищных экосистем.

Цель исследований – оценить характер динамики растительности пастбищных фитоценозов в фитомелиорированном очаге дефляции «Зелёная зона п. Комсомольский» за 20-летний период.

Исследования особенностей динамики растительности после проведённой фитомелиорации и стабилизации рельефа позволяют оценить характер и скорость восстановительных процессов, научно обосновать рекомендации по коррекции пастбищной нагрузки.

Объекты и методы исследования

В основу исследований положены материалы многолетнего биомониторинга фитомелиорированного очага дефляции. Объект исследований – восстановленный 20 лет назад крупный очаг дефляции («Зелёная зона

п. Комсомольский») и прилегающие к нему природные пастбищные экосистемы.

Район исследования расположен в Прикаспийской низменности на территории Южно-Черноземельской песчаной равнины. Согласно ландшафтно-географическому районированию Калмыкии исследуемая территория относится к южной части района «Чёрные земли» с координатами 45°19,758'N, 46°03,871'E.

Массив дефляционного опустынивания «Зелёная зона п. Комсомольский» площадью свыше 600 га образовался на бурых солонцеватых почвах и по состоянию почвенного и растительного покрова относился к I-й лесомелиоративной категории (ЛМК) пастбищ, как территория со среднебарханскими песками и сильноразвееваемыми почвами, преимущественно песчаного механического состава. Фитомелиоративное освоение массива опустынивания проводилось в 1998 г. закреплением открытых песков кустарником *Calligonum aphyllum*. В 2003 г. в микропонижения посадки *C. aphyllum* (возраст 6 лет) усилиями Калмыцкой НИАГЛОС заложен древесный ярус, посажены вручную под лопату саженцы 2-х летнего возраста *Ulmus pumila* L.

Исследуемая территория «потухшего» очага дефляции по ботанико-географическому районированию входит в зону типичных ксерофитно-полукустарничковых пустынь Прикаспийской подпровинции Северотуранской провинции Афро-азиатской пустынной области.

Геоэкологический режим территории контролируется резко континентальным климатом: лето жаркое и очень сухое; зима мало-снежная и холодная. Амплитуда колебаний абсолютных температур воздуха в течение года достигает 80–85 °С. Режиму атмосферного увлажнения присущи незначительное количество атмосферных осадков, крайняя погодичная неустойчивость их суммы и неравномерность выпадения в течение года. По данным метеостанции п. Комсомольский, в среднем за год выпадает 190–250 мм осадков, за тёплый период (апрель – октябрь) – 100–150 мм. Самый жаркий месяц – июль, самый холодный – январь (табл. 1).

Для решения поставленной цели использовали комплекс методов, включающих полевые геоботанические описания на модельных территориях в соответствии с общепринятыми методиками. Геоботанические описания растительности проводили на 5 пробных площадях размером 100 м², внутри которых описыва-

Климатические показатели за 2014–2019 годы исследования
Climatic data during the study years

Год Year		2014	2015	2016	2017	2018	2019	Среднее ± стандартное отклонение Average ± standard deviation
Осадки (мм) Rainfall (mm)	холодный период cold period	70	67	141	88	81,2	54,2	84±25
	тёплый период warm period	179	139	180,6	109	109,4	196,5	152±14
	за год / for a year	249	206	321,6	197	190,6	250,7	236±50
Температура (°C) Temperature (°C)	холодный период cold period	1,4	1,0	2,9	0,3	1,5	2,2	1,5±0,2
	тёплый период warm period	20,3	19,7	20,0	20,0	20,6	20,2	20,1±0,9
	за год / for a year	12,4	11,9	12,9	11,8	12,7	12,7	12,4±1,2

ли по 10 учётных площадок размером $1 \times 1 \text{ м}^2$ в различные сезоны года. Описание травянистой растительности включало: определение видовой принадлежности, возрастные особенности (ювенильные, генеративные, сенильные особи), степень проективного покрытия (ПП), название фитоценоза, особенности почвенного покрова [10]. При выделении жизненных форм использовали систему Раункиера, учёт обилия видов проводили по шкале О. Друдэ, экологические типы растений определяли по Т.К. Горышиной. Продуктивность растительных сообществ определяли укосным методом на пробных площадках размером $0,5 \times 0,5 \text{ м}$ в трёхкратной повторности. Срезанную на высоте 1–2 см от почвы фитомассу взвешивали в сыром и воздушно-сухом состоянии. Для анализа биоразнообразия применяли кривые доминирования-разнообразия. Математическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерных программ Microsoft Excel XP, STATISTICA. Номенклатура видов приведена по [11].

Результаты и обсуждение

Искусственно созданные агромелиоративные фитоценозы лесопастбища характеризуются стабильными показателями жизненного состояния, биометрических параметров, ПП и способностью к самовозобновлению, которые все вместе определяют условия произрастания и дальнейшую агромелиоративную роль в меняющихся погодных условиях «Чёрных земель». После фитолесомелиорации и стабилизации рельефа очаги дефляции начинают

зарастать с первого же года. Динамика растительного покрова в мелиорированных очагах дефляции в последующие годы определяется в основном режимом их пастбищного использования. Десятилетние сукцессионные изменения находятся на стадии рудеральных простых группировок, 70% фитомассы образовано однолетними сорными растениями, многолетних видов в 2,5 раза меньше – 28,2%. В составе экологических групп преобладают кормовые растения – 48,7%, лекарственные и ядовитые представлены 5,1 и 7,7% видов соответственно. Доли растений категории рудеральных остаются всё ещё высокими – 23,1% видов. Из рудеральных растений самыми распространёнными являются: *Centaurea diffusa*, *Sisymbrium loeselii*, *Salsola tragus*, *Suaeda altissima*, *Descurainia sophia*, реже – *Lappula squarrosa*, *Xanthium spinosum*. Ядовитые растения представлены *Euphorbia chamaesyce*, которого особенно много, *Heliotropium suaveolens*, *Delphinium consolida*. Ежегодный мониторинг флоры позволил выявить не только видовой состав, но и погодичные изменения. В последующие десятилетия на лесопастбище сукцессионные изменения носят прогрессивный характер, флористический состав расширяется до 30–50 видов. Почвенный покров стабилизирован, появляются как многолетние кормовые растения (*Puccinellia distans*, *Elitrigia repens*, *Artemisia lerchiana*, *Galium aparine*), так и однолетние (*Eragrostis minor*, *Carex stenophylla*, *Ceratocarpus arenarius*), а также разнотравье (*Achillea micrantha*, *Erodium cicutarium*, *Nonea caspica*, *Filago arvensis* и др.). Ведущими семействами являются Asteraceae – 10 видов (25,6%),

Таблица 2 / Table 2

Видовой состав сообществ на модельных площадках фитомелиорированного участка в 2014–2019 гг.
List of species names found in the studied field in 2014–2019

Вид Species	Семейство Family	Жизненная форма по К. Раункиеру Raunkiaer life form	A/P/C
<i>Achillea micrantha</i> Willd.	Asteraceae	H	P
<i>Alyssum desertorum</i> Stapf	Brassicaceae	Th	A
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	Th	A
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	Poaceae	Th	A
<i>Artemisia lercheana</i> Weber ex Stechm.	Asteraceae	H	P
<i>Atriplex tatarica</i> L.	Chenopodiaceae	Th	A
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	Poaceae	Th	A
<i>Bassia scoparia</i> (L.) A.J. Scott	Chenopodiaceae	Th	A
<i>Calligonum aphyllum</i> (Pall.) Gürke	Polygonaceae	Ph	P/C
<i>Carduus uncinatus</i> M. Bieb.	Asteraceae	H	P
<i>Carex stenophylla</i> Wahlenb.	Cyperaceae	Kr	P
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	Asteraceae	Th	P
<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	Chenopodiaceae	Th	A
<i>Consolida regalis</i> Gray	Ranunculaceae	Th	A
<i>Crepis tectorum</i> L.	Asteraceae	Th	A
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Brassicaceae	Th	A
<i>Elytrigia intermedia</i> (Host) Nevski	Poaceae	Kr	P
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	Poaceae	Kr	P
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her. ex Aiton	Geraniaceae	Th	A
<i>Euphorbia chamaesyce</i> L.	Euphorbiaceae	Th	A
<i>Filago arvensis</i> L.	Asteraceae	Th	A
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	Th	A
<i>Galium humifusum</i> M. Bieb.	Rubiaceae	H	P
<i>Heliotropium suaveolens</i> M. Bieb.	Boraginaceae	Th	A
<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.	Poaceae	H	P
<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	H	A
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	Boraginaceae	H	P
<i>Lepidium campestre</i> (L.) R. Br.	Brassicaceae	Th	A
<i>Nonea caspica</i> (Willd.) G. Don	Boraginaceae	Th	A
<i>Onopordum acanthium</i> L.	Asteraceae	H	P
<i>Polygonum patulum</i> M. Bieb.	Polygonaceae	Th	A
<i>Puccinellia distans</i> (Jacq.) Parl.	Poaceae	H	P
<i>Salsola tragus</i> L.	Chenopodiaceae	Th	A
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Brassicaceae	H/Th	A
<i>Suaeda altissima</i> (L.) Pall.	Chenopodiaceae	Th	A
<i>Tragopogon major</i> Jacq.	Asteraceae	H	P
<i>Trigonella orthoceras</i> Kar. & Kir.	Fabaceae	Th	A
<i>Ulmus pumila</i> L.	Ulmaceae	Ph	P/C
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Asteraceae	Th	A
Всего / Total			
39	14	Th : 23; Ph : 2 H : 10; Cr : 3	A : 24 P : 13 P/C : 2

Примечание: Th – терофиты, Ph – фанерофиты, H – хамефиты, Cr – криптофиты; A/P/C – однолетние/многолетние/культивируемые.

Note: Th – therophytes, Ph – phanerophytes, H – hamefits, Cr – cryptophytes; A/P/C – annual/perennial/cultivated.

Роасеae – 6 видов (15,4%) Chenopodiaceae – 5 видов (12,8%) (табл. 2).

Представители других семейств флоры представлены 1–2 видами, но все они играют несомненную роль в восстановлении растительного покрова. Малый спектр семейств с небольшим числом видов подтверждает нарушение флоры антропогенным и пирогенным факторами. В основной состав сообществ входят виды с евразийским (80%) типом ареала. Восстановленный растительный покров сформирован преимущественно терофитами (58,9%). С увеличением продолжительности сукцессии и умеренного выпаса доля терофитов снижается на 24,7%, гемикриптофитов и хамефитов увеличивается на 6–10%.

Кустарниковый ярус представлен только *Calligonum aphyllum* (Pall.). *Calligonum* способен использовать почвенную влагу, недоступную для травянистых растений на всех категориях и типах пастбищ с деградированным растительным покровом. Его применение при фитомелиорации оголенных ветроударных участков позволяет получить защитные лесопосадки высотой 1,0–1,5 м и до 5 ц/га сухой фитомассы. Обследование насаждений *Calligonum* показало его отличное состояние: плодоношение – 100%, суховершинных – не более 5%, высота – от 1,7 до 2,2 м, диаметр кроны за счёт поросли достигает 4 м, в среднем составляет 2,0–2,5 м. Отмечено много самосева и поросли (корневых отпрысков), местами по 5–7 штук на 10 м², высота поросли 30–50 см, в среднем – 40 см. Данное насаждение используется не только для отдыха животных, но и активно используется как пастбище, особенно при неорганизованной пастьбе крупного рогатого скота из личных хозяйств местных жителей. Посадки вяза при обследовании в 2017 г. находились в сильно ослабленном состоянии (3,2 балла). Средняя высота достигала 4,7 м с шириной кроны – 4,2 м и средним диаметром ствола на высоте 1,3 м – 8,5 см. К моменту обследования в 2019 г. древесный ярус из вяза приземистого выпал на 80% по причине воздействия интенсивного пожара. В растительном покрове нижнего травяного яруса пастбища преобладали разнотравно-злаковые комплексы. Распространены также белопопынно-злаковые ассоциации (*Anisantha tectorum* – *Artemisia lerchiana*), в понижениях разнотравно-бескильницевые (*Puccinellia distans* – *Centaurea diffusa*), разнотравно-попынные (*Artemisia lerchiana* – *Centaurea diffusa*, *Alyssum desertorum* и др.) и бескильницево-пырейные раститель-

ные сообщества. Под защитой джужгуна ближе к кустам или под ними встречаются *Galium humifusum*, *Polygonum patulum*, *Delphinium*. Из разнотравья обычны *Tragopogon dubius*, *Carduus uncinatus*, *Filago arvensis*, реже – куртинки *Achillea micrantha*, *Erodium cicutarium*, единично – *Nonea caspica* [12]. Полынь белая постепенно перемещается от края участка, где встречается куртинками от 1 до 2–3 м², дальше вглубь участка, где произрастает единично крупными кустами. Наблюдения показывают, что однократное воздействие пожара и чрезмерный выпас способствуют замедлению прогрессивной сукцессии растительного покрова, в результате однолетние эфемеры начинают доминировать в травостое. Пирогенное воздействие прошлых лет привело к возрастанию в общем фоне лесопастбища однолетнего злака-эфемера – *Anisantha tectorum*. Проективное покрытие яруса травянистой растительности лесопастбища «Зелёная зона п. Комсомольский» варьирует от 30 до 60% в зависимости от почвенных разностей. Среднепогодное и усреднённое ПП по фитомелиорированному участку составляет 65%. Ранговое распределение видов в весенний период соответствует логарифмической модели. Форма кривой доминирования-разнообразия в летний период приближается к геометрическому распределению (доминируют немногие виды при небольшой численности), а в осенний период близка к логнормальному распределению (большинство видов имеет среднее обилие, доминирующих мало) (рис. 1).

Результаты исследований продуктивности растительных сообществ показывают, что наибольшие запасы фитомассы естественной растительности формируются в приземном слое 0–15 см и составляют 64–67% от среднепогодной урожайности пробных площадок при средней высоте растений до 45 см (рис. 2).

Заключение

За 20-летний период на восстановленной территории произошли значительные изменения структуры растительного покрова. Установлено, что зарастание очага дефляции протекает по типу вторичной сукцессии, направленной на постепенное увеличение видового биоразнообразия. Видовой состав развивается по разнотравно-злаковому типу, в основном стабилизируется к 10–15 годам и насчитывает около 30 видов. К 20–25 годам он пополняется ещё 15 видами, достигая ПП 65%. Флористический состав фитомелиори-

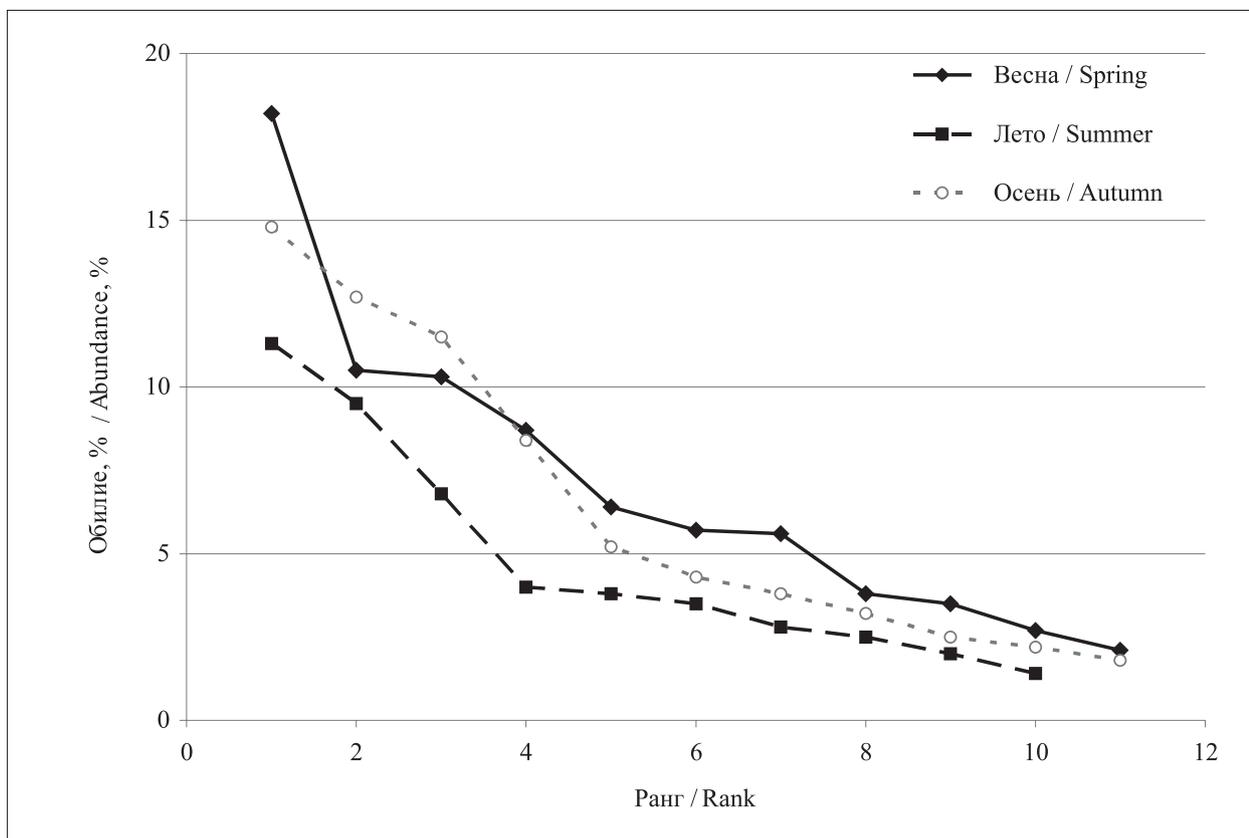


Рис. 1. Кривые доминирования-разнообразия в зависимости от времени года и продолжительности сукцессии

Fig. 1. Domination-diversity curves depending on the time of year and duration of succession

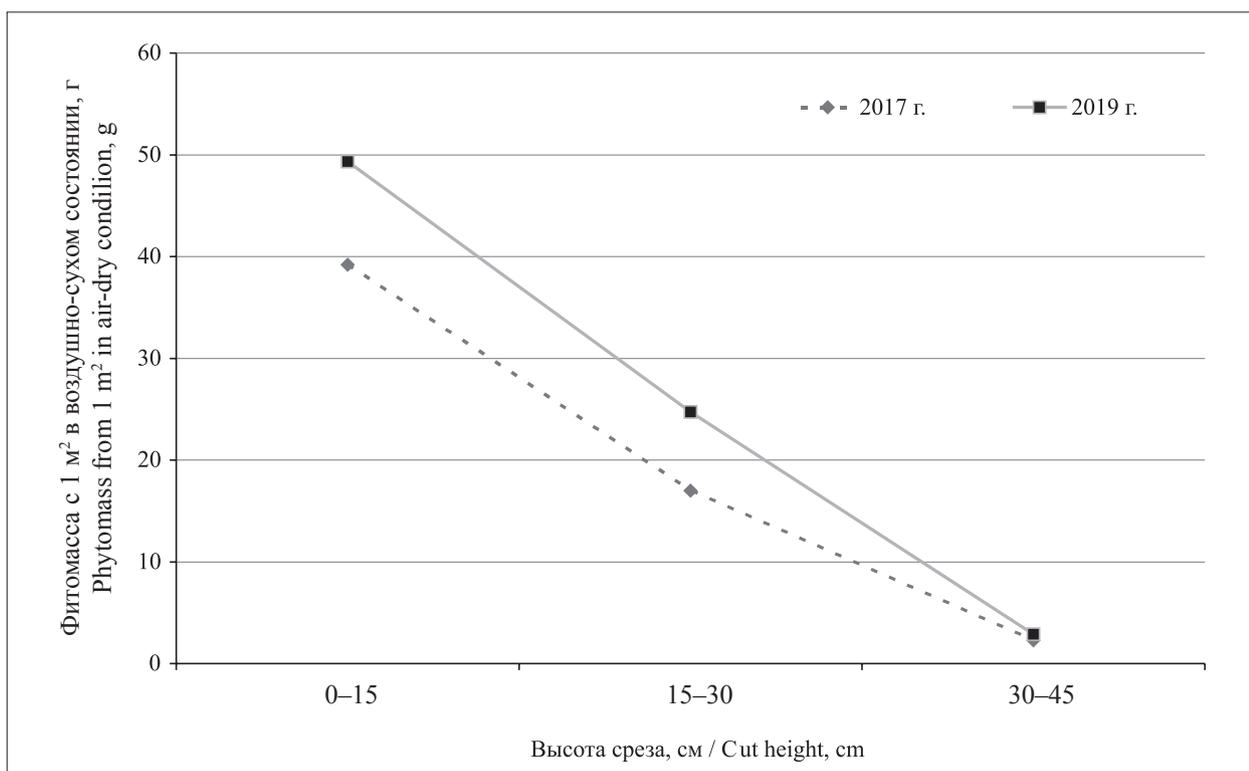


Рис. 2. Урожайность и особенности формирования фитомассы растительности

Fig. 2. The yield and characteristics of the formation of vegetation phytomass

рованного участка становится более разнообразным, чем на прилегающих территориях, включает 13 постоянных многолетних вида, обеспечивающих относительную устойчивость экосистем в условиях изменения среды. Однолетняя растительность значительно подвержена сезонным флуктуациям, носящим циклический характер в связи с изменениями температурного режима и влажности. Под защитой джужгуновых насаждений формируются участки обсеменения растений. Фитоценозы, сформированные за 20 и более лет, способны к самоподдержанию и саморегулированию и даже при отсутствии стабильного атмосферного увлажнения сохраняют достаточный уровень жизнеспособности.

Основными причинами, способствующими замедлению прогрессивной сукцессии растительного покрова, являются антропогенные и пирогенные факторы, оказывающие доминирующее влияние на состояние и динамику растительности.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 122020100309-0 «Теоретические основы, базовые принципы и технологии повышения эффективности защитного лесоразведения и комплексной фитомелиорации на деградированных, нарушенных и низкопродуктивных землях засушливой зоны России».

References

1. Manaenkov A.S. Forest reclamation of dry zone arenas. 2nd edition revised and corrected. Volgograd: VNIALMI, 2018. 428 p. (in Russian).
2. Djanibekov U., Khamzina A., Djanibekov N., Lamers J.P.A. How attractive are short-term CDM forestations in arid regions? The case of irrigated croplands in Uzbekistan // Forest Policy and Economics. 2012. V. 21. P. 108–117.
3. Economics of land degradation and improvement – a global assessment for sustainable development / Eds. E. Nkonya, A. Mirzabaev, J. von Braun. Springer International Publishing AG Switzerland, 2016. 686 p. doi: 10.1007/978-3-319-19168-3
4. Kononova N.A. Structure and productivity of herbaceous plant communities in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe // Theoretical and Applied Ecology. 2022. No. 1. P. 91–96 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2022-1-091-096
5. Radochinskaya L.P., Kladiev A.K., Rybashlykova L.P. Production potential of restored pastures of the North-western Caspian // Arid Ecosystems. 2019. V. 9. No. 1. P. 51–58. doi: 10.1134/S2079096119010086
6. Kulik K.N., Petrov V.I., Rulev A.S., Kosheleva O.Y., Shinkarenko S.S. On the 30th anniversary of the “General plan to combat desertification of black lands and kizlyar pastures” // Arid Ecosystems. 2018. V. 8. No. 1. P. 5–12. doi: 10.1134/52079096118010067
7. Radochinskaya L.P. Conservation of species and population biodiversity in Black land forest pastures as a factor of ecological stability in the region // Ways to Improve the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2017. No. 3 (67). P. 161–167 (in Russian).
8. Rybashlykova L.P., Belyaev A.I., Pugacheva A.M. Monitoring successional changes in pasture phytocenoses in 'exhausted' areas of deflation in the north-west Caspian region // South of Russia: Ecology, Development. 2019. V. 14. No. 4. P. 78–85 (in Russian). doi: 10.18470/1992-1098-2019-4-78-85
9. Petrov V.I. Lesoagrarное development of Black lands and adjacent territories // Bioresources. Biotechnologies. Innovations of the South of Russia: Sbornik materialov V mezhdunarodnoy nauchno-practicheskoy konferentsii. 2003. P. 41–46 (in Russian).
10. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Wien-New York: Springer-Verlag, 1964. 865 p.
11. Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 517 p.
12. Red book of the Republic of Kalmykia. In 2 volumes. V. 2. Rare and endangered plants and fungi. Elista: the ZAO NPP “Jangar”, 2014. 199 p. (in Russian).