





МРНТИ: 87.27.05; 87.03.05

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-148-3-124-141>

Статья

Анализ динамики продуктивности степной зоны Мартукского района Актюбинской области

Ж.Г. Берденов ¹, Ж.И. Инкарова ², Г.Е. Мендыбаева ³,

А.Т. Бекетова ⁴, Г.Ә. Әділбектегі ^{5*}

^{1,2,4,5}Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва, Астана, Казахстан

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

(E-mail: ¹berdenov-z@mail.ru, ²inkarzh@mail.ru, ³mendybaeva95@list.ru,
⁴atbeketova@mail.ru, ⁵adilbekova.gulmira@yandex.ru)

Аннотация. Данное исследование заключается в применении гидротермических показателей для оценки характера продукционно-деструкционного процесса в системе почва-растительность. Впервые в Мартукском районе Актюбинской области дана оценка интенсивности продукционно-деструкционного процесса при помощи балансовых уравнений по методике А.А. Титляновой. Объектом исследования является растительный покров сухих степей Мартукского района Актюбинской области. Предметом исследования является выявление влияния климатических и микроклиматических условий на динамику продуктивности и интенсивность продукционно – деструкционного процесса основных ассоциаций. Применение уравнений минимальной оценки биопродуктивности дало возможность рассчитать ряд динамических переменных для системы растения - почва, не поддающихся непосредственному измерению. Установлено, что одним из основных факторов, лимитирующих продукционно-деструкционный процесс в растительном сообществе, является их водный и температурный режим.

Ключевые слова: продуктивность, динамика, растительный покров, растительная ассоциация.

Поступила: 19.09.2024. Одобрена: 24.09.2024. Доступна онлайн: 30.09.2024

* автор для корреспонденции

Введение

К настоящему времени накоплен обширный материал по продуктивности растительных сообществ. Эти исследования, начатые еще в 30-х годах XX века, постепенно приобретали все более последовательный и целенаправленный характер. В первый период развития таких работ изучались преимущественно запасы фитомассы в надземной части растительности, отсутствовали наблюдения за динамикой накопления растительного вещества не только во внутривегетационном, но и во многолетнем разрезе, а изучение динамики разложения было начато спустя два десятилетия. До сегодняшнего дня материалы по накоплению и разложению подземной массы естественной растительности остаются довольно редким явлением в литературе по биогеоценологии и продуктивности [1-4].

Изучения комплексных степей началось ещё задолго до глобального вмешательства и техногенеза человечества во многие основные процессы, происходящие в природе, нарушая её законы и необратимо изменяя её [5, 6].

Исследование растительности комплексных степей В. И. Ивановым [7-9] в начале 20 века носит практический характер, так как необходимы были данные о состоянии почв и растительности.

Растительность, как показатель условий среды, становится объектом изучения многих Академии Наук. Почвовед Н.А. Димо и ботаник Б.А. Келлер в 1907 году издали совместную работу «В области полупустыни». Работа показывает связь растительных сообществ с конкретными условиями местообитания. В работе «Индикаторные свойства растительных сообществ» даются данные о качестве почвенного покрова. За первые три десятилетия 20 века растительные индикаторы использовались многими исследователями при изучении почв сельскохозяйственных угодий [10-13].

Продуктивность различных растительных сообществ по природным зонам СССР и всей суши земного шара исследована в ряде работ Н.И. Базилевич. Труды Родина, Базилевича, Ремезова, Розова дают наиболее полные сведения по динамике органического вещества надземной и подземной фитомассы [14].

Накоплению органического вещества как надземной, так и подземной части растительных сообществ посвящены региональные исследования Н.И. Базилевич и А.А. Титляновой, которые в методическом отношении являются эталоном. Подробно исследована подстилка, фитомасса для степной растительности в работах Семенова-Тянь-Шанского (1965, 1966, 1977). Динамика продуктивности степных фитоценозов Казахстана была изучена Т.К. Гордеевой (1976). Ю. Мирошниченко (1966) выводит закономерности распространения надземной и подземной фитомассы степных фитоценозов Казахстана. В работе Т.К. Гордеевой и Р.В. Суховерко (1966) описаны некоторые методы изучения продуктивности ковыльно-злаковых сообществ казахстанских степей [15, 16].

Количественная характеристика подземной и надземной фитомассы растительных сообществ субтропической зоны дана в работе азербайджанских исследователей. Продуктивность корневых систем растительности Костанайской области характеризует М.Е. Яковлева [17-25]. Изучением продуктивности растительных сообществ Центрального Казахстана, Каракумов, Кызылкумов, пустынных степей и северных пустынь Монгольской Народной Республики занимались многие годы ученые ботанического института АН СССР (Родин, Мирошниченко, 1977, Гордеев, 1976, Тогзаев).

Материалы и методы

Изучение современного состояния и продуктивности степного комплекса проводилось по программе и методике, принятой Международной биологической программой. Использовались методы, описанные в монографиях [26-28]. Методические основы таких исследований были разработаны под руководством и при непосредственном участии ведущих специалистов - В.Н. Сукачева, Ю.В. Раункиера, А.А. Молчанова, Н.В. Дылиса, В.Т. Карпова, Ю.А. Цельникера, С.В. Зонна, Т.А. Работнова, Н.И. Базилевич, Л.И. Родина, Н.Т. Нечаевой, А.А. Титляновой.

Выбор участков был произведён на основании обработки материалов и анализа многочисленных литературных данных. Было установлено, что выбранные участки являются типичными для степного комплекса изучаемого региона [7].

Отбор проб растений для лабораторных анализов и учёт продуктивности ассоциаций проводились в течение 2023 и 2024 гг. в Мартукском районе в период с мая по сентябрь на постоянных участках. В ассоциациях укосы срезались в пяти кратной повторности с площадки 20x20 см через каждые 20 – 25 дней. В ассоциациях в определённый срок по 5 площадок в течении вегетационного сезона, линейным маршрутом с интервалом между ними 2 – 3 м на уровне почвы, учитывалась подстилка.

Укосная фитомасса ассоциаций делилась на две части. Первая часть укосов разбиралась по видам с последующим взвешиванием, а вторая взвешивалась целиком без видового анализа для определения продуктивности ассоциаций в целом.

Для определения продуктивности фитомассы ассоциаций в целом учитывались мёртвые остатки, ветошь, подстилка. Зелёная масса и ветошь срезались на уровне почвы, затем с площадки собиралась подстилка, срезалась зелёная масса и отбиралась ветошь (пожелтевшая, отмершая часть растений). Живые отростки, встречающиеся в подстилке, учитывались в фитомассе. На глубине до 30 см буром Некрасова (по горизонтали 0-10, 10-20, 20-30 см) отбиралась подземная часть ассоциации. На укосной площадке 0,04 кв. м бурили в трёх повторностях до глубины 30 см. Корни промывались через сито диаметром 0,25 мм, затем помещались в цилиндр объёмом 500 мл, где живые корни отделялись от мёртвых путём оседания живых корней на дно цилиндра.

Годичный прирост надземной фитомассы и корней вычисляется при помощи балансовых уравнений [29] по данным о динамике запаса фитомассы, ветоши, подстилки, живых и мёртвых корней. Одновременно с определением запаса в дни учёта велись микроклиматические наблюдения на всех элементах биогеоценоза (микрорельефа), также велись наблюдения за температурой и влажностью воздуха в травостое и на высоте 1,5 м с помощью аспирационного психрометра [30].

Весовые показатели по надземной, подземной фитомассе, ветоши, подстилке подвергались статистической обработке. Ошибка количественных данных надземных и подземных масс должна составлять не более 3%. Органическое вещество определялось по Тюрину (ГОСТ 26213-91), рН - водной вытяжки – по Михаэлису. Катионно-анионный состав водной вытяжки определялся по ГОСТам 26425-85, 26426-85, 26428-85, 26951-86 [31].

В геоморфологическом отношении территория Мартукского района располагается в пределах Мугоджарских гор, представляющих собой южные отроги Уральского хребта.

По устройству поверхности территория исследования относится к Буртинскому сопочно-равнинному району с абсолютными отметками высот 200-390 метров (Рисунок 1).



Рисунок 1. Карта территории исследования

Характерной особенностью рельефа описываемого хозяйства в целом, является большая изрезанность всей территории многочисленными оврагами, балками и речными долинами. Наличие большого количества последних делает рельеф сильно расчленённым, почвы – комплексными, а территорию – сравнительно труднопроходимой.

Условно территорию землепользования можно разделить на 4 части:

1. Северная
2. Центральная
3. Юго-западная
4. Юго-восточная

Северная часть (севернее р. Карагачка – вторая) представляет собой холмисто-волнистую равнину с общим южным склоном. На востоке она несколько выровнена; здесь расположены пахотные массивы. Целостность этой части нарушается густой овражно-балочной сетью.

Центральная часть простирается от р. Карагачка – 2-ая на севере до р. Карагачка -1-ая, Урта-Буртя на юге и юго-западе. Представляет собой платообразную слабоволнистую равнину с пологими северными и северо-западными склонами, крутыми короткими южными и юго-западными склонами. Здесь наиболее ярко выражен микрорельеф. Юго-западная часть носит полого-волнисто-равнинный характер рельефа с общим северо-восточным восточным уклоном. На юге этой части сильно развита овражно-балочная сеть.

Юго-восточная часть (южнее центральной части до р. Буртя) представляет волнистую равнину с редко встречающимися холмами, с крутыми склонами, поверхность которых усыпана щебенкой и обломками коренных пород. Берега многочисленных оврагов и балок крутые, обрывистые, часто с обнажениями коренных пород.

Результаты и обсуждение

Рельеф принимает активное участие в почвообразовательном процессе, оказывая влияние на отдельные факторы. Так, рельеф является распределителем тепла и влаги в

почве. На южных склонах сход снега отмечается раньше, быстрее созревает урожай. На северных склонах снеготаяние продолжается несколько дольше, но при этом почва больше впитывает талой воды. Крутые склоны быстрее освобождаются от талой дождевой воды, и почва не успевает её впитывать. Кроме того, здесь почвы в большей степени подвержены водной и ветровой эрозии.

На замкнутых понижениях в период бурного снеготаяния часто отмечается переувлажнение, что иногда приводит к вымоканию посевов. Талые и дождевые воды частично вымывают вещества на пониженные участки.

Таким образом, рельеф определяет однородность или комплексность почвенного покрова, пригодность почв под пашню, сроки проведения сельскохозяйственных работ в зависимости от спелости почв

Растительность, в основном, представлена засухоустойчивыми видами. Древесная растительность представлена небольшими рощицами из осины; берёзы и клёна татарского и ползающими лесонасаждениями по границам полей севооборотов, которые состоят из вяза мелколистного клёна татарского и акации жёлтой.

Травянистая растительность находится в тесной взаимосвязи с почвенным покровом. Наиболее разнообразна растительность луговых и луговато-черноземных почв, расположенных небольшими участками в пониженных местах по берегам рек и ручьев и в других пониженных местах. Растительность представлена разнотравно-злаковой ассоциацией: разнотравье – *Veronica* (вероника), *Achillea* (тысячелистник – белый), *Galium* (подмаренник), щавель, подорожник, спирея, зонтичные, мальва, кровохлебка и т.д. – 40 – 50%; злаки – *Stipa* (ковыль), *Festuca* (типчак, мятлик), ежа сборная, костер безостый – 50 – 60%.

На зональных почвах распространена разнотравно-полыннозлаковая ассоциация, которая представлена следующими видами: разнотравье – подорожник, тысячелистник, вероника, полынь белая, австрийская; злаки – ковыль, типчак, мятлик. 50% территории занято пастбищами, 45% пашни и 5% сенокосы (Рисунок 2).

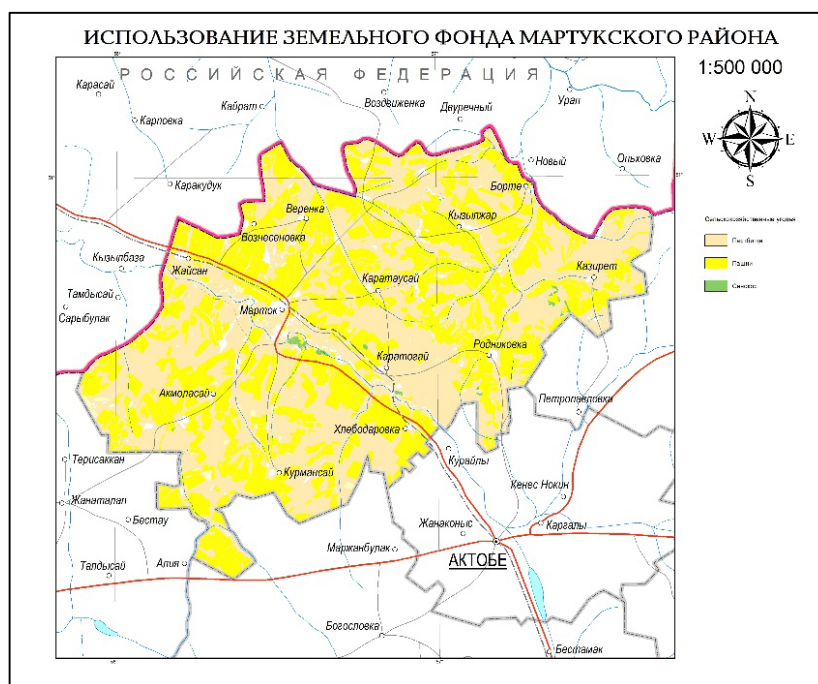


Рисунок 2. Использование земельного фонда

Примечание: по данным фондовых материалов и карта-схем КазГипрозем по Актыбинской области за 2023 г.

Увлажнение приземных слоев атмосферы связана с развитием травостоя. Состояние растительности в значительной мере определяется климатическими условиями, которые воздействует на среду обитания, особенно на микроклимат.

На увлажнение приземного слоя воздуха большое влияние оказывает наличие мертвых остатков, так как они снижают нагрев верхних горизонтов почвы, препятствуют испарению воды почвой, что сказывается на водном режиме различных ассоциаций. В таблицах 1,2 и показана связь влажности и температуры воздуха с влажностью и температурой почвы. Повышение температуры воздуха способствует повышению температуры в почве. Выпадение осадков увеличивает влажность воздуха в травостое и понижает температуру в приземном слое и в верхних горизонтах почвы.

Таблица 1. Влажность (W, %) и температура воздуха (t, °C) в разнотравно-злаковой ассоциации за 2023 год (вблизи п. Каратагай)

Дата наблюдения	2023 год			
	На поверхности почвы		На высоте 150 см	
	W, %	t, °C	W, %	t, °C
15.05	65	32	75	31
18.06	60	30	58	27
04.07	63	36	85	37
22.08	70	26	75	28
19.09	75	16	80	18

Максимальная температура на поверхности почвы в травостое типчаково-ковыльной ассоциации составила в июле +36°C, а минимальная в сентябре +16°C (Таблица 1). Как уже отмечалось, поверхность почвы защищена слоем подстилки толщиной до 3 см.

Таблица 2. Влажность (W, %) и температура воздуха (t, °C) в типчаково-ковыльной ассоциации за 2023 год (вблизи с. Мартук)

Дата наблюдения	2023 год			
	На поверхности почвы		На высоте 150 см	
	W, %	t, °C	W, %	t, °C
26.05	69	31	67	35
20.06	66	34	60	38
04.07	78	41	80	35
22.08	73	27	86	30
19.09	77	17	83	19

Максимальная температура на поверхности почвы в травостое типчаково-ковыльной ассоциации составила в июле + 41°C, а минимальная в сентябре + 17° (Таблица 2). Как уже отмечалось, поверхность почвы защищена слоем подстилки толщиной до 3 см.

Степная злаковая растительность встречается отдельными массивами на всей территории района и представляет хорошие выпаса для крупного рогатого скота, лошадей; для выпаса овец эти пастбища мало используются, так как семена ковыля вызывают большие потери шерсти и повреждают кожный покров. Частично эти

массивы используются как косимые угодий. На почвах супесчаного механического состава преобладают типчаково-ковыльная ассоциация с примесью полыни песчаной и белой, молочная, тысячелистника и житняка. Иногда доля типчака и житняка в травостое преобладает, тогда такие угодья используются для выпаса овец, но в основном – это сенокосные угодья.

Роль растительного покрова в ходе почвообразовательного процесса очень велика. Несмотря на то, что в условиях сухого климата вегетативная масса растительности незначительная, она ежегодно пополняет запасы органического вещества в почве и снабжает ее гумусом. Кроме того, значение растительности заключается в том, что естественный травостой создает биологический круговорот всех питательных и зональных веществ.

Рассмотрим разнотравно-злаковую ассоциацию (*Stipa capillata*+*Medicago falcata*) на лугово-каштановой почве западин с дополнительным поверхностным увлажнением. В травостое кроме доминантов обильны: *Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *Festuca valesiaca*, а также *Medicago falcata* и др. Данная почвенная разновидность занимает небольшую площадь, но имеет широкое распространение на территории обследования.

Лугово-каштановые почвы расположены в северной части района в основном небольшими участками среди пашни. Формируются данные почвенные разновидности в пониженных элементах рельефа, по днищам балок, террасам рек, межсочным понижениям и степным западинкам. В основном характеризуются почвы расположены среди распаханых тёмно-каштановых карбонатно слабосолонцеватых почв. Возникновение этих почв связано с избыточным поверхностным увлажнением счет вод, стекающих с выше лежащих поверхностей. За счет стока вод с повышенных элементов рельефа развивается более богатая растительность

Динамика запасов фитомассы изучались в течение вегетативного периода 2023 и 2024 гг. (Мартукский район, с. Каратогай), 2023 и 2024 гг. (Мартукский район, с. Мартук). Воспроизводство органического вещества биоценозами есть показатель экологического его состояния и устойчивости к неблагоприятным условиям среды. Методика таких исследований описана в работах Н.И. Базилевич и А.А. Титляновой. Подземная фитомасса определялась в слое 0 – 30 см, т.к. основная активная и продуктивная масса корней сосредоточена именно в этом слое [32].

Показатели динамики запасов фитомассы определялись по отдельным блокам, а именно: Ф- зеленая масса, В- ветошь, П- подстилка, R -живые корни, V- мертвые корни (таблица 3,4).

Фитомасса общее количество живого органического вещества растений (как высших, так и низших), накопленные к данному моменту в подземной и надземной сфере фитоценоза суши (участки леса, луга) или водного пространства.

Мертвое органическое вещество – количество органического вещества, содержащегося в отмерших частях растений, а также в накопившихся на почве продуктах опада (лесная подстилка, степной войлок).

Ветошь – старая, пожелтевшая, прошлогодняя трава, нескошенная, отмершая часть растений.

Подстилка – напочвенный покров из разлагающегося листового опада, мелких веток, остатков крупных сучьев и стволов, отмерших корней и растений напочвенного ярусов в лесах. Место обитания многих лесных беспозвоночных. Толщина подстилки составляет в среднем от 5 до 20 см.

Опад – совокупность органических компонентов, заключенных в отмирающих частях надземной (листья, ветки, иглы) и подземной (отмершая часть корней) растительности на единицу площади (обычно в центнерах на гектар) [33].

Увеличение биологической продуктивности экосистем и особенно вторичной продуктивности является одной из основных задач, стоящих перед человечеством.

Органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза или хемосинтеза, называется первичной продукцией экосистем (сообщества).

Количество органического вещества, накопленного гетеротрофными организмами, называется вторичной продукцией.

Таблица 3. Динамика продуктивности *Stipa capillata*+ *Medicago falcata* (ц/га) за 2023 и 2024 года (с. Каратогай)

Месяцы	Ф	В	П	R	V	R+V	(B+П+V)/(R+Ф)
2023 год							
Май	60,49	56,27	108,48	5,15	5,5	10,65	2,59
Июнь	56,79	18,71	65,4	3,8	5,2	9,00	1,5
Июль	33,92	10,3	40,05	9,39	4,21	13,6	1,26
Август	-	-	-	-	-	-	-
Сентябрь	14,27	123,99	142,83	2,00	5,61	7,61	16,7
Среднее за вегетативный период	41,37	52,32	89,19	5,085	5,13	10,215	5,512
2024 год							
Май	12,55	23,38	35,93	3,11	4,13	7,24	4,05
Июнь	11,79	21,96	33,75	2,42	5,23	7,65	3,98
Июль	30,14	18,97	49,11	2,98	5,76	8,74	2,32
Август	21,95	15,06	37,01	1,36	4,29	5,65	2,42
Сентябрь	17,33	37,05	54,38	1,37	5,32	6,69	5,17
Октябрь	15,12	41,33	56,45	1,01	5,29	6,3	6,4
Среднее за вегетативный период	18,15	26,29	44,44	2,04	5	7,045	4,05

Из двух исследуемых лет активный рост зеленой фитомассы (Ф) отмечен в мае и июле – 60,49 ц/га и 30,14 ц/га, так как именно с этим временем связаны фазы цветения и плодоношения доминирующих видов и развития разнотравья (Таблицы 1, 2 в 2023 г. температура воздуха составляла 30 градусов, а влажность воздуха равна 78%, а в 2024 г. Температура воздуха – 40 градусов, а влажность воздуха равна 85%). Затем зеленая масса постепенно уменьшается, в связи с изменением климатических условий (с увеличением температуры). Также почва в это время сильно иссушается, почти все злаки находятся в периоде покоя. В сентябре она составила 2023 год – 14,27 ц/га, в сентябрь 2024 год – 17,33 ц/га.

Ветошь (В) в данной ассоциации накапливается по мере отмирания фитомассы или отдельных органов, так как неблагоприятные погодные условия способствуют быстрому отмиранию зеленой фитомассы и перехода ее в ветошь. Максимальный запас ветоши отмечен в осенний период (123,99 ц/га и 41,33 ц/га). Это связано с повышением температуры воздуха.

Накопление подстилки в 2024 год в сравнении с 2023 годом незначительное, на месяцы приходится равномерное количество. Максимальное количество подстилки (П) отмечено в сентябре – 142,83 ц/га и в октябре – 56,45 ц/га.

Максимальный запас живых корней (R) нами отмечен в июле – 9,39 ц/га (2023 год) и в мае – 3,11 ц/га (2024 год), минимальный запас в сентябре был равен 2 ц/га (2023 год) и в октябре – 1,01 ц/га (2024 год). Таким образом, запас живых корней незначительно увеличивается в период временного водного дефицита. Запас мертвых корней (V) весной (май) 2023 год – 5,5 ц/га, 2024 год – 4,13 ц/га, и в осенний период самый высокий 2023 год – 5,61 ц/га, 2024 год – 5,32 ц/га.

Показатель отношения запаса мертвого органического вещества (B+П+V/R+Ф) за исследуемые годы больше единицы, т.е. количество мертвых органов в ассоциации больше живых, что говорит об экстремальных условиях существования ассоциации. Экологический показатель указывает на устойчивость – адаптацию этого растительного сообщества к засухе. Отсутствие усвояемой воды в почвенных горизонтах, высокая температура – все это угнетает рост корней, но все же их количество больше зеленой фитомассы, что еще говорит о приспособлении степных ассоциаций к неблагоприятным условиям.

Типчаково-ковыльная ассоциация (*Festuca valesiaca*+*Stipa capillata*) произрастает на почвах, которые довольно широко распространены на территории района и представлены, как однородными массивами, так и в виде компонентов различных комплексов.

Тёмно-каштановые почвы сформировались в условиях слабо волнистого и пологоволнистого рельефа под типчаково-ковыльной (с примесью разнотравья) растительностью. Характерной чертой тёмно-каштановых почв является относительно не высокое содержание гумуса.

Таблица 4. Динамика продуктивности ассоциации *Festuca valesiaca*+*Stipa capillata* (ц/га) за 2023 и 2024 гг (с. Мартук)

Месяцы	Ф	В	П	R	V	R+V	(B+П+V/R+Ф)
2023 год							
Май	52,4	20,66	137,81	2,15	4,43	6,58	2,98
Июнь	41,86	11,27	36,17	7,2	2,5	9,7	0,018
Июль	15,58	23,9	4,89	3,21	2,13	5,34	3,56
Август	-	-	-	-	-	-	-
Сентябрь	5,6	36,8	154,41	2,18	3,8	5,98	25,056
Среднее за вегетативный период	28,86	23,16	92,32	3,7	3,215	6,9	7,9
2024 год							
Май	7,58	4,5	12,08	1,34	2,05	3,39	2,09
Июнь	6,49	2,66	9,15	0,94	2,67	3,61	1,95
Июль	15,54	4,63	10,91	2,31	1,23	3,54	0,99
Август	13,35	1,69	11,66	1,97	1,86	3,83	0,99
Сентябрь	14,75	2,81	11,94	2,71	3,11	5,82	1,02
Октябрь	9,19	3,02	12,21	1,96	4,79	6,75	1,8
Среднее за вегетативный период	11,15	3,22	11,33	1,87	2,62	4,49	1,47

Из двух исследуемых лет (Таблица 4) активный рост зеленой фитомассы (Ф) отмечен в мае – 52,4 ц/га и июле – 15,54 ц/га, так как именно с этим временем связаны фазы цветения и плодоношения доминирующих видов и развития разнотравья (таблица 2, 3, температура воздуха составляла 28 градуса, а влажность воздуха равна 75% (2023 и 2024 гг.)). Затем зеленая масса постепенно уменьшается, в связи с изменением климатических условий (с уменьшением температуры). Также почва в это время сильно иссушается, почти все злаки находятся в периоде покоя. В сентябре она составила 2023 год – 5,6 ц/га, в октябре 2024 год – 9,9 ц/га.

Ветошь (В) в данной ассоциации накапливается по мере отмирания фитомассы или отдельных органов, так как неблагоприятные погодные условия способствуют быстрому отмиранию зеленой фитомассы и перехода ее в ветошь. Активный рост отмечен в мае 20,66 ц/га (2023 г.) и в июне – 4,63 ц/га (2024 г.), затем летний спад и вновь количество ветоши возрастает в сентябре – 36,8 ц/га (2023 г.) и в октябре – 3,02 ц/га (2024 г.).

Пик накопления подстилки приходится на осенний период (сентябрь 154,41 ц/га – 2023 г. и октябрь 12,21 ц/га – 2024 г.). Это связано с опадом ветоши, что в свою очередь обусловлено окончанием вегетации некоторых видов, слагающих ассоциацию.

Максимальный запас живых корней (R) нами отмечен в июне – 7,2 ц/га (2023 год) и в июле – 2,31 ц/га (2024 год), минимальный запас в сентябре был равен 2,18 ц/га (2023 год) и в июне – 0,94 ц/га (2024 год). Таким образом, запас живых корней незначительно увеличивается в период временного водного дефицита. Запас мертвых корней (V) в мае самый высокий (2023 г.) – 4,43 ц/га, в октябре 2024 год – 4,79 ц/га. Уменьшение мертвых корней связано с жизнедеятельностью микроорганизмов, участвующих в разложении опада. Минимальное количество отмечено в июле (2023 г.) – 2,13 ц/га и 1,1 ц/га (2024 г.).

Показатель отношения запаса мертвого органического вещества $(B+V+V/R+Ф)$ за исследуемые годы больше единицы, т.е. количество мертвых органов в ассоциации больше живых, что говорит об экстремальных условиях существования ассоциации. Экологический показатель указывает на устойчивость – адаптацию этого растительного сообщества к засухе. Отсутствие усвояемой воды в почвенных горизонтах, высокая температура – все это угнетает рост корней, но все же их количество больше зеленой фитомассы, что еще говорит о приспособлении степных ассоциаций к неблагоприятным условиям.

Нами были рассчитаны: прирост живого органического вещества в надземной и подземной сферах (Фр, Rp), приход надземной мортмассы в результате отмирания надземных органов и перехода их в ветошь (Bp), образование подстилки (Пр) из ветоши и отмирание подземных органов- корней (Vp), убыль подстилки при ее минерализации (Mp) и разложение подземных мертвых растительных остатков (Wp).

Анализ экспериментального материала показывает, что интенсивность продукционно-деструкционного процесса в ходе вегетации может увеличиваться, уменьшаться, оставаться постоянной (Таблицы 5, 6). Основными характеристиками продукционного процесса в растительном сообществе является величина годичного прироста надземной Фр и подземной Rp фитомассы. От этих величин зависит количество и интенсивность образования и разложения мертвых растительных остатков, количество и состояние гумуса в почве.

Разнотравно-злаковая ассоциация (*Stipa capillata*+ *Medicago falcata*) характеризуется лугово-степным типом ритмики образования продукции и пятью периодами развития: ранневесенним, весенне-летним, летним, летне-осенним, осенним. Ритмика процессов отмирания и разложения связана и с ритмом развития видов, слагающих ассоциацию и с погодными условиями.

В ранневесенний период (апрель-первая декада мая) нами отмечено отсутствие образования продукции, энергетическое разложение подстилки и переход ветоши в подстилку. В мае прибавка фитомассы равна нулю. Летнее образование продукции также равно нулю. Из таблицы 5 видим, что максимальный прирост фитомассы отмечен в сентябре – 196,82 ц/га (2023 г.) и 43,98 ц/га (2024 г.). Нарастание ветоши постепенно увеличивается и в осенний период составляет 216,47 ц/га (2023 г.) и 39,36 ц/га (2024 г.). Процесс разложения подстилки в течение года идет неравномерно.

Таблица 5. Динамика продукционно-деструкционного процесса *Stipa capillata*+*Medicago falcata* (ц/га) за 2023 и 2024 года (п. Каратагай)

Месяцы	Фр	Вр	Пр	Мр	Рр	Вр	Wr
2023 год							
Май-июнь	0	3,7	41,26	84,34	0	10,7	11
Июнь-июль	0	22,87	31,28	56,63	5,59	0	0,99
Июль-сентябрь	196,82	216,47	108,78	0	0	9,82	8,42
Средние за вегетативный период	65,61	81,013	58,44	46,99	1,863	6,84	6,80
2024 год							
Май-июнь	0	0,76	2,18	4,36	0	0,69	1,79
Июнь-июль	18,35	0	2,99	18,35	1,09	0,53	0
Июль-август	0	8,19	12,1	24,2	3,09	1,47	0
Август-сентябрь	43,98	39,36	17,37	0	1,04	1,03	0
Среднее за вегетативный период	15,58	12,08	8,66	11,73	1,31	0,93	0,45

Анализ Таблицы 5 показал, что наибольшее количество прироста фитомассы приходится на осенний период. В 2023 году составляет 196,62 ц/га и, в 2024 году – 43,98 ц/га. В весенне-летний и летний периоды 2023 и 2024 гг. прирост фитомассы равен нулю.

Нарастание ветоши наибольшее количество отмечено в осенний период и составляет в 2023 году 216,47 ц/га, а в 2024 году – 39,36 ц/га.

Максимальное количество подстилки наблюдается в осенний период в 2023 году и составляет 108,78 ц/га, а в 2024 году – 17,37 ц/га. Минимальное количество подстилки приходится в 2023 г. на летний период и составляет - 31,28, в 2024 г. на весенний период - 2,18 ц/га.

Разложение подстилки прослеживается в обоих годах. Максимум приходится на весенне-летний период в 2023 г. - 84,34 ц/га, в 2024г. на летний период - 24,2 ц/га. В осенних периодах в обоих годах процесс минерализации прекращается и равен нулю.

Типчаково-ковыльная ассоциация (*Festuca valesiaca*+*Stipa capillata*) характеризуется лугово-степным типом образования продукции и 5 периодами развития: ранневесенний, весенне-летний, летний, летне-осенний и осенний. Ритмика процессов отмирания и разложения связана с ритмом развития видов, слагающих данную ассоциацию и с погодными условиями.

В ранневесенний период нами отмечено отсутствие образования продукции, энергетическое разложение подстилки и переход ветоши в подстилку (2023 г.). Из Таблицы 6 видим, что максимальный прирост фитомассы отмечен лишь в июле-сентябре 116,44 ц/га (2023 г.) и в июне-июле – 12,78 ц/га (2024 г.).

Нарастание ветоши постепенно увеличивается и в осенний период составляет 126,42 ц/га (2023г.), а в июне-июле 2024г. отмечено максимум нарастания ветоши-3,73 ц/га.

Процесс разложения подстилки в течении 2023 и 2024 г.г. идет неравномерно. Максимум Пр отмечен в июле-сентябре – 113,52 ц/га (2023г.) и июле-августе – 5,13 ц/га (2024г.).

Разложение подстилки Мр идет наиболее интенсивно в мае-июне 121,57 ц/га (2023г.) и 5,86 ц/га (2024г.), затем процесс постепенно уменьшается, и в осенний период Мр равняется нулю.

Характер нарастания подземных органов так же, как и надземных зависит от погодных условий. Достаточное количество влаги в почве способствовало усиленному образованию корней. Максимум прироста живых корней наблюдается в мае-июне – 5,05 ц/га (2023 г.) и в августе-сентябре – 1,99 ц/га (2024 г.).

Максимальное значение прирост мертвых корней отмечено в летний период 4,63 ц/га (2023 г.) и в августе-сентябре – 1,25 ц/га (2024 г.).

В летний период 2023 г. отмечена наиболее интенсивная минерализация мертвых корней 5,00 ц/га, в сентябре минерализация равна 0, вследствие иссушения почвы. В 2024 г. интенсивная минерализация отмечена в сентябре-октябре – 1,68 ц/га.

Таблица 6. Динамика продукционно-деструкционного процесса ассоциации *Festuca valesiaca+Stipa capillata* (ц/га) за 2023 и 2024 года (с. Мартук)

Месяцы	Фр	Вр	Пр	Мр	Рр	Вр	Wр
2023 год							
Май-июнь	0	10,54	19,93	121,57	5,05	0	1,93
Июнь-июль	0	26,28	13,65	8,93	0	4,63	5,00
Июль-сентябрь	116,44	126,42	113,52	0	2,7	1,67	0
Средние за вегетативный период	38,813	54,413	49,033	43,5	2,583	2,1	2,13
2024 год							
Май-июнь	0	1,09	2,93	5,86	0	0,4	1,02
Июнь-июль	12,78	3,73	1,76	0	1,37	0	1,44
Июль-август	0	2,19	5,13	4,38	0	0,34	0,97
Август-сентябрь	2,8	1,4	0,28	0	1,99	1,25	0
Сентябрь-октябрь	6,04	0,48	0,27	0	0	0,75	1,68
Среднее за вегетативный период	4,324	1,778	2,074	2,048	0,672	0,548	1,022

Анализ экспериментального материала показывает, что интенсивность продукционно-деструкционного процесса в ходе вегетации может возрастать, убывать и оставаться постоянной. Основными характеристиками продукционного процесса в растительном сообществе является величина годового прироста надземной (Фр) и подземной (Рр) фитомасс. От этих величин зависит количество и интенсивность образования мертвых растительных остатков (Вр, Пр, Vр).

Ассоциацию *Stipa capillata*+ *Medicago falcata* можно отметить, как весьма приспособленное сообщество к условиям данного биогеоценоза.

Заключение

В результате исследований, проведенных сухих степях Мартукского района Актюбинской области мы убедились в том, что изучаемые ассоциации являются эталоном биоразнообразия. Значительную роль в формировании микроклимата играет степная подстилка, так как она оказывает заметное влияние на температуру, на влажность верхних слоев почвы. В наиболее благоприятных условиях с этой точки зрения находятся разнотравно-злаковые ассоциации (*Stipa capillata*+*Medicago falcata*). Выявлена высокая продуктивность в ассоциациях *Stipa capillata*+*Medicago falcata*, и низкая – в ассоциации *Festuca valesiaca*+*Stipa capillata*.

Исследования, показывают неразрывную связь продукционного и почвообразовательного процессов. Изучение их во взаимосвязи на основе системного анализа позволяет установить закономерности и в накоплении органического вещества. Плодородие почв неразрывно связано с продуктивностью растительных сообществ. Показатель отношения запаса мертвого органического вещества за исследуемые годы больше единицы, т.е. количество мертвых органов в ассоциации больше живых, что говорит об экстремальных условиях существования ассоциации.

Финансирование: Данное исследование было проведено в рамках реализации научного проекта по грантовому финансированию Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ИРН № AP19575017).

Конфликт интересов: отсутствует.

Вклад авторов: Концептуализация, анализ и написание теста – Берденов Ж.Г., Инкарова Ж.И., Мендыбаева Г.Е., Бекетова А.Т.; сбор данных и валидация – Берденов Ж.Г., Инкарова Ж.И., Мендыбаева Г.Е., Бекетова А.Т.; подготовка оригинального проекта – Берденов Ж.Г., Инкарова Ж.И., Мендыбаева Г.Е.; корректировка и утверждение окончательного варианта статьи для публикации - Берденов Ж.Г., Әділбектегі Г.Э. Все авторы рассмотрели и согласились с опубликованной версией рукописи.

Список литературы

1. Степановских А.С. Общая экология. - М: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - С. 273-277
2. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Т.2. - Новосибирск: Наука, 1976. - 495 с.
3. Биологическая продуктивность растительности Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1974. - С. 107-178.
4. Быстрицкая Т.Л., Осычнюк В.В. Почвы и первичная биологическая продуктивность степей Приазовья. - М.: Наука, 1975. – 112 с.
5. Программа и методика биогеоценологических исследований. - М.: Наука, 1974. - 403 с.
6. Рычков П.И. Топография Оренбургской губернии. ч. 1 и 2. 1762. - Оренбург: изд. на средства Ф.И. Базилев. Оренбург. отд. Рус. геогр. о-ва, 1887. - 406 с.
7. Иванов В.В. К вопросу о стационарном изучении смен растительного покрова южных степей и полупустынь. - В кн.: Доклады на совещании по стационарным геоботаническим исследованиям. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. - С.83-96.
8. Иванов В.В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. - 288 с.
9. Иванов В.В. О некоторых новых геоботанических показателях. - Изв. Всес. Географ. общ-ва, 1952. - т.84. - С. 54-72.

10. Ларин И.В., Шифферс Е.В., Левина Ф.Я. и др. Основные закономерности распределения растительности и геоботаническое районирование Северного Прикаспия в пределах Междуречья Волга-Урал. Вопросы улучшения кормовой базы в степной, полупустынной и пустынной зонах СССР. - М.-Л: АН СССР, 1954. - С. 5-27
11. Ларин И.В. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. т.1. - М.-Л: АН СССР, 1950. - 620 с.
12. Келлер Б. А. Краткий вводный очерк растительности. т. 1. - М.-Л: АН СССР, 1936. - С. 5-48
13. Лавренко Е.М., Андреев В.Н., Леонтьев В.Н. Профиль продуктивности надземной части природного растительного покрова СССР от тундр к пустыням // Ботан. журн.- 1995. - т.40, №3. - С.415-419
14. Базилевич Н.И., Дроздов А.В., Родин Л.Е. Продуктивность растительного покрова Земли. Общие закономерности размещений и связи с факторами климата // Журнал «Общая биология». - т. XXIX. - С. 261-272.
15. Гордеева Т. К. Комплексная характеристика основных растительных сообществ пустынных степей Центрального Казахстана. - Л.: Наука, 1976. - С. 232-233
16. Мирошниченко Ю. М. Закономерность распространения надземной и подземной растительной массы в фитоценозах Евразийской степной области // Ботан. журн. - 1966. - т. 51, №8. - С.1140-1149
17. Дружинина Н.П. Фитомасса степных сообществ Юго-Восточного Забайкалья. - Новосибирск, 1973. - 150 с.
18. Berdenov Z., Mendibaev E., Salihov T., Akhmedenov K., Ataeva G. Geocological analysis of industrial cities: On the example of Aktobe agglomeration // Chemistry. – 2017. - 26(6). – P. 890–902. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85038411112&partnerID=MN8TOARS>
19. Beketova A., Berdenov Z., Mendybayev E., Safarov R., Shomanova Zh. Herman G.V. Geochemical monitoring of industrial center for development of recreational areas (on the example of Khromtau-Don industrial hub, Kazakhstan) // GeoJournal of Tourism and Geosites. – 2019. - 27(4). – P. 1449–1463. <https://doi.org/10.30892/gtg.27428-447>
20. O zgeldinova Z.O., Janaleyeva K.M., David L.D., Mukayev Z.T., Beisembayeva M.A., Ospan G.T. Estimating the potential sustainability of geosystems in conditions of anthropogenic impacts (A case study of sarysu basin, Kazakhstan) // Applied Ecology and Environmental Research. - 2017. - 15(4). – P. 1733-1744. https://doi.org/10.15666/aeer/1504_17331744
21. Берденов Ж.Г. Современное состояние и геоэкологический анализ геосистем бассейна реки Илек. Монография. Ж.Г.Берденов. – Алматы: Эпиграф, 2019. – 172 с.
22. Большев Н.Н., Воробьева Л.А. К вопросу о роли растительности в образовании солонцов // Вестник МГУ. Сер. биология, почвоведение. – 1958. - № 2. - С.97-108.
23. Першина М.Н., Яковлева М.Е. Биологический круговорот зольных веществ в зоне сухих степей СССР. Доклады советских почвоведов к УП Международному конгрессу почвоведов в США. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - С.116-121.
24. Першина М.Н., Додалина В.Т. Основные черты биологического круговорота веществ в почве в подзоне полупустынных степей // Изв. ТСХЛ. - 1961. - вып.5
25. Иванов В.В., Богданов А.Ю., Грищенко О.М., Фартушина М.М. Динамика фитомассы, энергии, зольных элементов и азота в основных фитоценозах Северного Прикаспия. В сб.: Топологические аспекты изучения поведения вещества в геосистемах. - Иркутск, 1973. - С.128-132.
26. Makhanova N., Berdenov Z., Wendt J.A., Sarsekova D., Mursalimova E., Sansyzbayeva A., Nurtazina,N., Safarov R. Biogeographic potential of the North Kazakh plain in the perspective of health tourism development // GeoJournal of Tourism and Geosites. - 2022. - 40(1). – P. 253–258. <https://doi.org/10.30892/gtg.40130-826>
27. Ma J., Li L., Jiao L., Zhu H., Liu C., Li F., Li P. Identifying Ecological Security Patterns Considering the Stability of Ecological Sources in Ecologically Fragile Areas // Land. – 2024. – Vol. 13, №2. – P. 214. <https://doi.org/10.3390/land13020214>
28. Berdenov Z., Mendybayev E., Beketova A., Satkarov, N., Gozner M. Assessment of the Southern Urals recreational potential for the development of the Aktobe tourism industry // GeoJournal of Tourism and Geosites. – 2021. – Vol. 38, № 4. – P. 1274–1279. <https://doi.org/10.30892/gtg.38435-769>

29. Титлянова А.А. Изучение биологического круговорота в биогеоценозах (методическое руководство). - Новосибирск: Наука, 1971. – 31 с.
30. Basilevich N.I., Titlyanova A.A. Comparative studies of ecosystem function. - In.: Grasslands, systems analysis and man. - IBP Publ., Cambridge etc.: Cambridge Univ. press, 1980, vol.19. - P.713-758.
31. Мендыбаев Е.Х. Методическое пособие для проведения лабораторно-практических занятий по почвоведению. - Актобе, 2006. –С. 14-20.
32. Dahlman R.C., Kucera C.L. Root productivity and turnover in native prairie. // Ecology. – 1965. - Vol. 46, №.1-2. - P. 84-89.
33. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И., Трофимов С.Я. Биосфера: загрязнение, деградация, охрана: Краткий толковый словарь. - М.: Высш. шк., 2005. – 125 с.

**Ж.Г. Берденов¹, Ж.И. Инкарова², Г.Е. Мендыбаева³,
А.Т. Бекетова⁴, Г.Ә. Әділбектегі⁵**

^{1,2,4,5}Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Ақтөбе облысы Мәртөк ауданындағы далалық аймақтың өнімділік динамикасын талдау

Андатпа. Бұл зерттеу топырақ-өсімдік жүйесіндегі өндіріс-жойылу процесінің сипатын бағалау үшін гидротермиялық көрсеткіштерді қолдануды қамтиды. Ақтөбе облысының Мәртөк ауданында алғаш рет А.А.Титлянованың әдістемесі бойынша баланстық теңдеулерді пайдалана отырып, өндіру-жою процесінің қарқындылығын бағалау жүргізілді. Зерттеу объектісі Ақтөбе облысы Мәртөк ауданының құрғақ далаларының өсімдік жамылғысы болып табылады. Зерттеу пәні климаттық және микроклиматтық жағдайлардың өнімділік динамикасына және негізгі бірлестіктердің өндірістік-қирау процесінің қарқындылығына әсерін анықтау болып табылады. Биоөнімділікті минималды бағалау үшін теңдеулерді пайдалану өсімдік-топырақ жүйесі үшін тікелей өлшеуге болмайтын бірқатар динамикалық айнымалыларды есептеуге мүмкіндік берді. Өсімдіктер қауымдастығындағы өндіріс-жойылу процесін шектейтін негізгі факторлардың бірі олардың су-температуралық жағдайлары екені анықталды.

Түйін сөздер: өнімділігі, динамикасы, өсімдік жамылғысы, өсімдіктер бірлестігі.

**Zh.G. Berdenov¹, Zh.I. Inkarova², G.E. Mendybaeva³,
A.T. Beketova⁴, G.A. Adilbektegi⁵**

^{1,2,4,5}L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Analysis of productivity dynamics of the steppe zone of Martuk district of Aktobe region

Abstract. This study consists of the application of hydrothermal indicators to assess the nature of the production-destruction process in the soil-vegetation system. For the first time in the Martuk district of the Aktobe region, the intensity of the production-destruction process was assessed using balance equations according to the method of A. A. Titlyanova. The object of the study is the vegetation cover of dry steppes of Martuk district of Aktobe region. The subject of the study is the identification of the influence of climatic and microclimatic conditions on the dynamics of productivity and intensity of the productivity-destructive process of the main associations. The application of minimum bioproductivity estimation equations made it possible to calculate a number of dynamic variables for the plant-soil system that are not directly measurable. It has been established that one of the main factors limiting the production and destructive process in plant communities is their water and temperature regime.

Keywords: productivity, dynamics, vegetation cover, vegetation association.

References

1. Stepanovskih A.S. Obshhaja jekologija. [General ecology] (M: JuNITI-DANA, 2005, P. 273-277) [in Russian]
2. Struktura, funkcionirovanie i jevoljucija sistemy biogeocenzov Baraby. T.2. [Structure, functioning and evolution of the Baraba biogeocenosis system] (Novosibirsk: Nauka, 1976, 495 p.) [in Russian]
3. Biologicheskaja produktivnost' rastitel'nosti Kazahstana. [Biological productivity of vegetation in Kazakhstan] (Alma-Ata: Nauka, 1974. P.107-178) [in Russian]
4. Bystrickaja T.L., Osychnjuk V.V. Pochvy i pervichnaja biologicheskaja produktivnost' stepej Priazov'ja. [Soils and primary biological productivity of the Azov steppes] (M.: Nauka, 1975, 112 p.) [in Russian]
5. Programma i metodika biogeocenologicheskikh issledovanij. [Program and methodology of biogeocenological research] (M.: Nauka, 1974, 403 p.) [in Russian]
6. Rychkov P.I. Topografija Orenburgskoj gubernii. ch. 1 i 2. 1762. [Topography of the Orenburg province] (Orenburg: izd. na sredstva F.I. Bazilev. Orenburg. otd. Rus. geogr. o-va, 1887, 406 p.) [in Russian]
7. Ivanov V.V. K voprosu o stacionarnom izuchenii smen rastitel'nogo pokrova juzhnyh stepej i polupustyn'. V kn.: Doklady na soveshhanii po stacionarnym geobotanicheskim issledovanijam. [On the issue of stationary study of changes in vegetation cover of the southern steppes and semi-deserts] (M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1954, P.83-96) [in Russian]
8. Ivanov V.V. Stepi Zapadnogo Kazahstana v svjazi s dinamikoj ih pokrova. [Steppes of Western Kazakhstan in connection with the dynamics of their cover.] (M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1958, 288 p.) [in Russian]
9. Ivanov V.V. O nekotoryh novyh geobotanicheskih pokazateljah. [About some new geobotanical indicators] (Izv. Vses. Geograf. obshh-va, 1952, t.84, P. 54-72.) [in Russian]
10. Larin I. V., Shiffers E. V., Levina F. Ja. i dr. Osnovnye zakonomernosti raspredelenija rastitel'nosti i geobotanicheskoe rajonirovanie Severnogo Prikaspija v predelakh Mezhdurech'ja Volga-Ural. Voprosy uluchshenija kormovoj bazy v stepnoj, polupustynnoj i pustynnoj zonah SSSR. [Basic patterns of vegetation distribution and geobotanical zoning of the Northern Caspian region within the Volga-Ural interfluvium. Issues of improving the food supply in the steppe, semi-desert and desert zones of the USSR.] (M.-L.: AN SSSR, 1954, P. 5-27) [in Russian]
11. Larin I. V. Kormovye rastenija senokosov i pastbishh SSSR. t.1. [Forage plants of hayfields and pastures of the USSR.] (M.-L.: AN SSSR, 1950, 620 p.) [in Russian]
12. Keller B. A. Kratkij vvodnyj ocherk rastitel'nosti. t. 1. [Brief introductory sketch of vegetation] (M.-L.: AN SSSR, 1936, P. 5-48) [in Russian]
13. Lavrenko E. M., Andreev V. N., Leont'ev V. N. Profil' produktivnosti nadzemnoj chasti prirodnoho rastitel'nogo pokrova SSSR ot tundry k pustynjam [Productivity profile of the above-ground part of the natural vegetation cover of the USSR from tundra to deserts] Botan. zhurn.-1995. - t.40, №3. - P.415-419 [in Russian]
14. Bazilevich N.I., Drozdov A.V., Rodin L.E. Produktivnost' rastitel'nogo pokrova Zemli. Obshhie zakonomernosti razmeshhenij i svjazi s faktorami klimata [Productivity of the Earth's vegetation cover. General patterns of locations and connections with climate factors] Zhurnal «Obshhaja biologija». - t. XXIX. - P. 261-272. [in Russian]
15. Gordeeva T. K. Kompleksnaja harakteristika osnovnyh rastitel'nyh soobshhestv pustynnyh stepej Central'nogo Kazahstana [Comprehensive characteristics of the main plant communities of the desert steppes of Central Kazakhstan]. (L.: Nauka, 1976, P. 232-233) [in Russian]
16. Miroshnichenko Ju. M. Zakonomernost' rasprostraneniya nadzemnoj i podzemnoj rastitel'noj massy v fitocenzah Evroaziatskoj stepnoj oblasti [The pattern of distribution of aboveground and underground plant mass in phytocenoses of the Eurasian steppe region] Botan. zhurn. - 1966. - vol. 51, №8. - P.1140-1149 [in Russian]
17. Druzhinina N.P. Fitomassa stepnyh soobshhestv Jugo-Vostochnogo Zabajkal'ja. [Phytomass of steppe communities of South-Eastern Transbaikalia] (Novosibirsk, 1973, 150 p.) [in Russian]

18. Berdenov Z., Mendibaev E., Salihov T., Akhmedenov K., Ataeva G. Geocological analysis of industrial cities: On the example of Aktobe agglomeration // Chemistry. – 2017. - 26(6). – P. 890–902. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85038411112&partnerID=MN8TOARS>
19. Beketova A., Berdenov Z., Mendybayev E., Safarov R., Shomanova Zh. Herman G.V. Geochemical monitoring of industrial center for development of recreational areas (on the example of Khromtau-Don industrial hub, Kazakhstan) // GeoJournal of Tourism and Geosites. – 2019. - 27(4). – P. 1449–1463. <https://doi.org/10.30892/gtg.27428-447>
20. O zgeldinova Z.O., Janaleyeva K.M., David L.D., Mukayev Z.T., Beisembayeva M.A., Ospan G.T. Estimating the potential sustainability of geosystems in conditions of anthropogenic impacts (A case study of sarysu basin, Kazakhstan) // Applied Ecology and Environmental Research. - 2017. - 15(4). – P. 1733-1744. https://doi.org/10.15666/aeer/1504_17331744
21. Berdenov Zh.G. Sovremennoe sostojanie i geojekologicheskij analiz geosistem bassejna reki llek. Monografija. Zh.G.Berdenov. [Current state and geocological analysis of the geosystems of the llek River basin] (Almaty: Jepigraf, 2019, 172 p.) [in Russian]
22. Bolyshev N.N., Vorob'eva L.A. K voprosu o roli rastitel'nosti v obrazovanii soloncov [On the question of the role of vegetation in the formation of solonchets] Vestnik MGU. Ser. biologija, pochvovedenie [Bulletin of Moscow State University. Ser. biology, soil science] – 1958. - № 2. - P.97-108. [in Russian]
23. Pershina M.N., Jakovleva M.E. Biologicheskij krugovorot zol'nyh veshhestv v zone suhih stepej SSCR. Doklady sovetskih pochvovedov k UP Mezhdunarodnomu kongressu pochvovedov v SShA. [Biological cycle of ash substances in the dry steppe zone of the USSR. Reports of Soviet soil scientists to the UP International Congress of Soil Scientists in the USA] (M.: Izd-vo AN SSSR, 1960, P.116-121.) [in Russian]
24. Pershina M.N., Dodalina V.T. Osnovnye cherty biologicheskogo krugovorota veshhestv v pochve v podzone polupustynnyh stepej [The main features of the biological cycle of substances in the soil in the subzone of semi-desert steppes] Izv. TSHL. - 1961. - vyp.5 [in Russian]
25. Ivanov V.V., Bogdanov A.Ju., Grishhenko O.M., Fartushina M.M. Dinamika fitomassy, jenerгии, zol'nyh jelementov i azota v osnovnyh fitocenzozah Severnogo Prikaspija. [Dynamics of phytomass, energy, ash elements and nitrogen in the main phytocenoses of the Northern Caspian region. In: Topological aspects of studying the behavior of matter in geosystems] V sb.: Topologicheskije aspekty izuchenija povedenija veshhestva v geosistemah. [In: Topological aspects of studying the behavior of matter in geosystems] (Irkutsk, 1973, P.128-132.) [in Russian]
26. Makhanova N., Berdenov Z., Wendt J.A., Sarsekova D., Mursalimova E., Sansyrbayeva A., Nurtazina, N., Safarov R. Biogeographic potential of the North Kazakh plain in the perspective of health tourism development // GeoJournal of Tourism and Geosites. - 2022. - 40(1). – P. 253–258. <https://doi.org/10.30892/gtg.40130-826>
27. Ma J., Li L., Jiao L., Zhu H., Liu C., Li F., Li P. Identifying Ecological Security Patterns Considering the Stability of Ecological Sources in Ecologically Fragile Areas // Land. – 2024. – Vol. 13, №2. – P. 214. <https://doi.org/10.3390/land13020214>
28. Berdenov Z., Mendybayev E., Beketova A., Satkarov, N., Gozner M. Assessment of the Southern Urals recreational potential for the development of the Aktobe tourism industry // GeoJournal of Tourism and Geosites. – 2021. – Vol. 38, № 4. – P. 1274–1279. <https://doi.org/10.30892/gtg.38435-769>
29. Titljanova A.A. Izuchenie biologicheskogo krugovorota v biogeocenzozah (metodicheskoe rukovodstvo) [Study of biological circulation in biogeocenoses]. (Novosibirsk: Nauka, 1971, 31 p.) [in Russian]
30. Basilevich N.I., Titljanova A.A. Comparative studies of ecosystem function. - In.: Grasslands, systems analysis and man. - IBP Publ., Cambridge etc.: Cambridge Univ. press, 1980, vel.19. - P. 713-758.
31. Mendybayev E.H. Metodicheskoe posobie dlja provedenija laboratorno-prakticheskikh zanjatij po pochvovedeniju [Methodological manual for conducting laboratory and practical classes in soil science] (Aktobe, 2006. P. 14-20) [in Russian]
32. Dahlman R.C., Kucera C.L. Root productivity and turnover in native prairie. // Ecology. – 1965. - vol. 46, №1-2. - P. 84-89.

33. Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Suhanova N.I., Trofimov S.Ja. Biosfera: zagrjaznenie, degradacija, ohrana: Kratkij tolkovyj slovar'. [Biosphere: pollution, degradation, protection: A brief explanatory dictionary.] (M.: Vyssh. shk., 2005, 125 p. [in Russian])

Сведения об авторах:

Берденов Жарас Галимжанович – PhD, ассоциированный профессор, декан факультета естественных наук Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилёва, ул. Сатбаева 2, 010008, Астана, Казахстан.

Инкарова Жансулу Ишановна – кандидат биологических наук, доцент кафедры Физической и экономической географии Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилёва, ул. Сатбаева 2, 010008, Астана, Казахстан.

Мендыбаева Гульшара Ерболатовна – докторант по образовательной программе «8D07303-Картография» Казахского национального университета им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби 71, 050040, Алматы, Казахстан.

Бекетова Айдана Тайшибаевна – лаборант УЛЦ факультета естественных наук Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилёва, ул. Сатбаева 2, 010008, Астана, Казахстан.

Әділбектегі Гүлмира Әділбекқызы – автор для корреспонденции, кандидат географических наук, ассоциированный профессор кафедры Управления и инжиниринга в сфере охраны окружающей среды Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилёва, ул. Сатбаева 2, 010008, Астана, Казахстан.

Berdenov Zharas Galimzhanovich - PhD, Associate Professor, Dean of the Faculty of Natural Sciences of L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satbaev st., 010008, Astana, Kazakhstan.

Inkarova Zhansulu Ishanovna - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical and Economic Geography of L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satbaev st., 010008, Astana, Kazakhstan.

Mendymbaeva Gulshara Erbolatovna - doctoral student in the educational programme '8D07303-Cartography' of Al-Farabi Kazakh National University, 71 al-Farabi Ave, 050040, Almaty, Kazakhstan.

Beketova Aidana Tayshibaevna - laboratory assistant of the Faculty of Natural Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satbaev st., 010008, Astana, Kazakhstan.

Adilbektegi Gulmira Adilbekkyzy - Corresponding author, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Management and Engineering in the field of environmental protection, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satbaev st., 010008, Astana, Kazakhstan.



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)