



Агротехнологии и мелиорация земель Agricultural technologies and land reclamation

DOI 10.22363/2312-797X-2022-17-2-166-179

УДК 630.181;581.52

Научная статья / Research article

Комплексная оценка функционирования *Krascheninnikovia ceratoides* L. и его продуктивный потенциал на мелиорированных пастбищах аридной зоны

Л.П. Рыбашлыкова 

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград, Российская Федерация
✉ ludda4ka@mail.ru

Аннотация. Неправильное использование пастбищных угодий стало одним из факторов нарушения естественной растительности. В целях приостановления опустынивания в Прикаспийском регионе в середине XX в. были проведены лесомелиоративные работы и созданы значительные площади насаждений из терескена серого (*Krascheninnikovia ceratoides* (L.)). Полукустарник имеет широкий ареал распространения и обладает хорошо развитой корневой системой, обеспечивая себя достаточным количеством влаги в жестких климатических условиях аридной зоны. Дана системная оценка долгосрочного воздействия облесения и развития полукустарникового яруса в различных условиях увлажнения за вегетационный период при функционировании пастбищных экосистем на примере мелиорированного массива «Молодежный-терескен». Определены основные таксационные показатели, используемые для оценки развития *Krascheninnikovia ceratoides*: высота, диаметр кроны, густота стояния растений. Основу исследований составили полевые таксационно-морфологические измерения полукустарника терескена серого и расчеты комплексного показателя D. По результатам исследования выявлено, что обобщенный анализ биометри-

© Рыбашлыкова Л.П., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0
International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

ческих параметров терескена по критерию D является объективным инструментом оценки его развития в сложившихся климатических факторах определенного года. Установлена прямая корреляционная связь между суммой осадков осеннего периода в различные годы исследований и значениями интегрального показателя D ($r = 0,97$) при более высоком его значении в 2012 г. ($D = 0,905$). Отмечается высокая степень прямой корреляционной связи между значениями интегрального показателя D и урожайностью кормовой массы ($r = 0,90$). Мелиоративно-кормовые насаждения из *Krascheninnikovia ceratoides* обладают устойчивостью, долговечностью, высоким ценозообразующим потенциалом и являются наилучшим способом улучшения, восстановления пастбищ в засушливых и полузасушливых районах.

Ключевые слова: *Krascheninnikovia ceratoides*, полукустарник, мелиоративно-кормовые насаждения, аридная зона, Черные земли, пастбища, системная оценка развития, фитомелиорация, юг России

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Благодарности. Исследование выполнено по теме 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».

История статьи: поступила в редакцию 26 октября 2021 г.; принята к публикации 14 февраля 2022 г.

Для цитирования: Рыбашлыкова Л.П. Комплексная оценка функционирования *Krascheninnikovia ceratoides* L. и его продуктивный потенциал на мелиорированных пастбищах аридной зоны // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 2. С. 166—179. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-2-166-179

Comprehensive assessment of *Krascheninnikovia ceratoides* L. development and its productive potential in reclaimed pastures of arid zone

Ludmila P. Rybashlykova 

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation

✉ ludda4ka@mail.ru

Abstract. Improper use of pasture lands has become one of the factors resulted in destruction of natural vegetation. In order to stop desertification, forest reclamation works were carried out in the Caspian region in the mid-20th century, and significant areas of *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) plantings were created. The Pamirian winterfat is a wide distributed plant. It has a well-developed root system, providing sufficient water in climatic conditions of the arid zone. The article provides a systematic assessment of the long-term impact of afforestation and the development of a subshrub layer in various humidity conditions over the growing season during the functioning of pasture ecosystems in reclaimed Molodezhny-teresken territory. The main taxation indicators used to assess the development of *Krascheninnikovia ceratoides* were determined: height, crown diameter, plant standing density. The research was based on field taxational and morphological measurements of the subshrub and calculations of the complex indicator D. The study revealed that the generalized analysis of the biometric parameters of Pamirian winterfat according to criterion D was an objective tool for assessing its development in the prevailing climatic factors of a certain year. A direct correlation was established between the

amount of precipitation in autumn period of research years and the values of the integral indicator D ($r = 0.97$) with its higher value in 2012 ($D = 0.905$). There is a high level of direct correlation between the values of the integral indicator D and the yield of feed mass ($r = 0.90$). *Krascheninnikovia ceratoides* reclamation and forage plantations have stability, durability, high price-forming potential and are the best way to improve and restore pastures in arid and semi-arid zones.

Key words: *Krascheninnikovia ceratoides*, shrub, reclamation and forage plantations, arid zone, Black lands, pastures, systematic assessment of development, phytomelioration, south of Russia

Conflicts of interest. The authors declared no conflicts of interest.

Acknowledgement. The research was carried out on the topic of State Assignment No. 122020100309-0 «Theoretical foundations, basic principles and technologies for improving the effectiveness of protective afforestation and integrated land reclamation on degraded, disturbed and low-productive lands of the arid zone of Russia».

Article history: Received: 26 October 2021. Accepted: 14 February 2022

For citation: Rybashlykova LP. Comprehensive assessment of *Krascheninnikovia ceratoides* L. development and its productive potential in reclaimed pastures of arid zone. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(2):166—179. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-2-166-179

Введение

Интенсивное использование малопродуктивных земель в аридной зоне привело к нарушению стабильности, деструкции и негативной трансформации пастбищных экосистем [1—3]. На эти процессы оказывают влияние два взаимосвязанных фактора: антропогенная деградация и естественный агроклиматический потенциал [4—6]. Улучшение пастбищ в значительной степени связано с совершенствованием методов и приемов обустройства опустыненных территорий, повышением долговечности, экологической, сельскохозяйственной и утилитарной эффективности насаждений [7—9]. В связи с этим изучение функционирования мелиорированных пастбищных и лесопастбищных экосистем в оптимальных, а особенно в экстремальных условиях аридной зоны имеет теоретическое и практическое значение.

В течение 1980—1990-х гг. на Черных землях Республики Калмыкия были проведены лесомелиоративные работы и созданы значительные площади мелиоративно-кормовых насаждений из терескена серого (*Krascheninnikovia ceratoides*) [10—15]. Этот полукустарник привлекает к себе внимание как засухоустойчивое, солевыносливое, пескоукрепительное и кормовое растение. Таксационные показатели терескена (высота, диаметр кроны, густота стояния растений) в определенной степени реагируют на сложившиеся природно-климатические условия определенного года, как в осенний, так и летне-осенний периоды, причем установлено преимущественное влияние осенних осадков на рост и развитие вегетационной массы растения в весенний период [16, 17]. Кроме того, рассматриваемые показатели имеют разную размерность и весомость при оценке развития терескена. Поэтому возникла необходимость разработки комплексного таксационного показателя,

учитывающего реакцию отдельных таксономических элементов на изменяющиеся условия температуры и увлажнения в течение вегетационного периода развития терескена в различные годы.

В связи с этим **целью исследований** является системная оценка развития терескена на основе таксационных показателей и его продуктивности при различных условиях увлажнения за вегетационный период на черноземельских пастбищах в различные годы.

Материалы и методы исследований

Объект исследований — мелиорированное пастбище, имеющее полукустарниковый ярус из терескена серого, или крашенинниковии серой (*Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. [*Ceratoides papposa* Botsch. et Ikonn.; *Eurotia ceratoides* (L.) C.A. Mey.]). Участок с терескеновыми насаждениями расположен в Яшкульском районе Республики Калмыкия (Черные земли) 46°33'172»N, 46°27'831»E (рис. 1).

Оценка состояния и развития древесно-полукустарникового яруса терескена проводилась на основе таксационно-морфологических показателей, полученных в полевых условиях на 8 пробных площадях в 0,25...0,30 га прямоугольной формы. Методика расчетов комплексного показателя D основана на выборе ряда критерияльных показателей развития терескена (высоты растения, см, диаметра кроны, см, количества растений, тыс. шт./га) при различных климатических условиях, складывающихся в различные годы исследований [18]. Интегральный критерий D в общем виде определяется как среднее геометрическое желательности отдельных показателей, количество которых может быть 3, 4...n.

$$D = \sqrt[n]{d_1^{k_1} d_2^{k_2} d_3^{k_3} d_4^{k_4}}, \quad (1)$$

где $d_1...d_4$ — значение желательности 1...4 показателя; $k_1...k_4$ — весомость (важность) 1...4 показателя.

Промежуточные расчеты выполнены по вышеуказанной методике с вычислением желательности отдельных показателей и их весомости. Весомость показателей k_i определялась методом экспертной оценки с привлечением специалистов в области аридного земледелия и технологий восстановления пастбищ. Степень согласованности мнений экспертов проверялась по коэффициенту χ^2 .

$$\chi^2 = S / [mn(n+1) / 12 - \sum T_j / n - 1], \quad (2)$$

где S — сумма квадратов отклонений средней суммы рангов от суммы рангов каждого показателя; m — число членов экспертной комиссии; n — количество показателей; $\sum T_j = \sum (t_j^2 - t_j) / 12$, где t_j — число одинаковых рангов в j-м ряду.

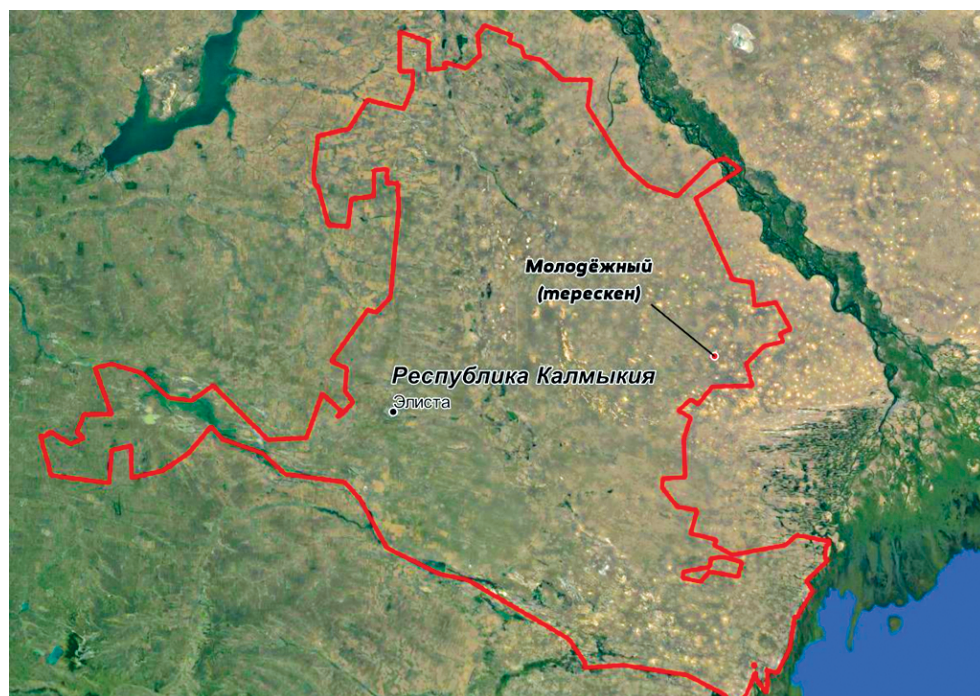


Рис. 1. Карта-схема расположения участка исследований «Молодежный-терескен» Республика Калмыкия (космоснимок SasPlanet)



Fig. 1. Map-layout of «Molodezhny-Teresken» research site, Republic of Kalmykia (Satellite image SasPlanet)

Результаты исследования и обсуждение

За 30-летний период и более на мелиорированных пастбищах аридной зоны (на примере массива «Молодежный-терескен») произошли значительные изменения растительного покрова. Терескен серый, в связи с систематическим отмиранием побегов и специфичной сезонной динамикой развития как особой формы приспособления к недостатку влаги, требует особого подхода к оценке состояния, в виду того, что в позднелетний и осенний периоды для многолетников, полукустарничков и полукустарников характерна наибольшая продуктивность надземной фитомассы. Полукустарник держится в травостое 30 и более лет (рис. 2), отличается длительной вегетацией (185...200 дней). В первый год жизни достигает высоты 30...40 см, в последующие — 60...70 см. Хорошо переносит выпас, характеризуется незначительной отавностью, поедается всеми видами скота.



Рис. 2. Лесопастбище «Молодежный-терескен» Черные Земли, Республика Калмыкия (через 30 лет после закладки, 2014 г.). Фото Л.П. Радочинской

Fig. 2. Molodezhny-teresken forest pasture, Black Lands, Republic of Kalmykia (30 years after establishing, 2014). Photo by L.P. Radochinskaya

Анализ данных по температуре и осадкам осеннего (сентябрь—ноябрь) и весенне-летнего (март—август) периодов по годам исследований (2011—2012, 2013—2014 и 2015—2016 гг.) проводился на основании информации полученной на метеостанции Утта. Данные этих лет исследований приводятся с учетом наиболее динамичных показателей по осадкам и температуре для более объективной оценки связи параметра увлажнения с обобщенным показателем D (табл. 1, 2).

Таблица 1

Среднемесячная температуры за вегетационный период по годам исследований, °С

Месяцы	Среднеголетняя	2011–2012	2013–2014	2015–2016
Осенний период				
Сентябрь	+17,6	+18,0	+16,4	+21,4
Октябрь	+9,5	+10,0	+9,1	+7,8
Ноябрь	+3,0	-1,9	+5,6	+ 0,4
Сумма температур	30,1	26,1	31,1	29,6
Весенне-летний период				
Март	+1,0	+0,5	+4,3	+5,3
Апрель	+10,7	+15,5	+10,7	+13,3
Май	+18,0	+22,1	+21,7	+18,4
Июнь	+22,9	+25,8	+24,5	+23,9
Июль	+25,5	+26,8	+26,9	+26,5
Август	+24,0	+25,9	+28,3	+28,2
Сумма температур	102,1	116,6	116,4	115,6

Table 1

Average monthly temperature for the growing season, °C

Month	Average annual	2011–2012	2013–2014	2015–2016
Autumn period				
September	+17.6	+18.0	+16.4	+21.4
October	+9.5	+10.0	+9.1	+7.8
November	+3.0	-1.9	+5.6	+ 0.4
Sum of temperatures	30.1	26.1	31.1	29.6
Spring-summer period				
March	+1.0	+0.5	+4.3	+5.3
April	+10.7	+15.5	+10.7	+13.3
May	+18.0	+22.1	+21.7	+18.4
June	+22.9	+25.8	+24.5	+23.9
July	+25.5	+26.8	+26.9	+26.5
August	+24.0	+25.9	+28.3	+28.2
Sum of temperatures	102.1	116.6	116.4	115.6

Установлено, что сумма температур осеннего периода незначительно отличается от среднеголетней с диапазоном отклонений от -4 до $+1,0$ C°, и более значимым отклонением в весенне-летний период ($+13,6...+15,5$ C°).

Таблица 2

Среднемесячная сумма осадков за вегетационный период, мм

Месяцы	Среднемноголетняя	2011–2012	2013–2014	2015–2016
Осенний период				
Сентябрь	25	83	98	32
Октябрь	17	41	12	22
Ноябрь	20	31	16	6
Сумма осадков	62	155	126	60
Весенне-летний период				
Март	15	14	29	12
Апрель	14	14	4	7
Май	32	1,3	25	93
Июнь	28	75	21	31
Июль	26	35	1	43
Август	27	36	5	7
Сумма осадков	142	175,3	85	193

Table 2

Average monthly precipitation during the growing season, mm

Month	Average annual	2011–2012	2013–2014	2015–2016
Autumn period				
September	25	83	98	32
October	17	41	12	22
November	20	31	16	6
Precipitation total	62	155	126	60
Spring-summer period				
March	15	14	29	12
April	14	14	4	7
May	32	1,3	25	93
June	28	75	21	31
July	26	35	1	43
August	27	36	5	7
Precipitation total	142	175.3	85	193

Отмечается значительное увеличение суммы осадков от среднемноголетней осенью 2011 и 2013 гг. на 93 и 64 мм, а также суммы осадков весенне-летнего периода 2012 и 2016 гг. на 33 и 51 мм.

Проведенная экспертная оценка (табл. 3) показала, что весомерность показателей выглядит следующим образом: средняя высота, см — $k_1 = 0,293$; средний диаметр кроны, см — $k_2 = 0,364$; количество растений, тыс. шт./га — $k_3 = 0,343$. Полученное значение $\chi^2 (1,42)$ больше табличного значения (1,23) при уровне значимости 0,97. Это значит, что существует неслучайная согласованность мнений экспертов. Критериальные показатели терескена для различных уровней желательности, рассчитанные методом группировки данных, приведены в табл. 4.

Таблица 3

Результаты экспертной оценки весомости показателей k_j терескена

Эксперты	Показатели		
	y_1	y_2	y_3
1	3/0,2*	1/0,5	2/0,3
2	3/0,2	1,5/0,4	1,5/0,4
3	3/0,2	2/0,3	1/0,5
4	2,5/0,3	2,5/0,3	1/0,4
5	1/0,45	2/0,4	3/0,15
6	3/0,3	1,5/0,35	1,5/0,35
7	1/0,4	2,5/0,3	2,5/0,3
Весомость k_j	0,293	0,364	0,343
Сумма рангов	16,5	13	12,5
Отклонение от средней суммы рангов	2,5	-1	-1,5
Квадраты отклонений	6,25	1	2,25

*В числителе – ранг показателя t_j ; в знаменателе – весомость показателя k_j .

Table 3

Expert assessment of Pamirian winterfat k_i indicators

Expert	Indicator		
	y_1	y_2	y_3
1	3/0.2*	1/0.5	2/0.3
2	3/0.2	1.5/0.4	1.5/0.4
3	3/0.2	2/0.3	1/0.5
4	2.5/0.3	2.5/0.3	1/0.4
5	1/0.45	2/0.4	3/0.15
6	3/0.3	1.5/0.35	1.5/0.35
7	1/0.4	2.5/0.3	2.5/0.3
Weightiness k_j	0.293	0.364	0.343
Sum of ranks	16.5	13	12.5
Deviation from the average sum of ranks	2.5	-1	-1.5
Deviation squares	6.25	1	2.25

*In numerator – rank of t_j indicator; in denominator – weight of k_j indicator.

Таблица 4

Уровни желательности для принятых показателей развития терескена

Показатели	Обозначение	Желательности d				
		1,0	0,8	0,63	0,37	0,2
Высота, см	y_1	81,0–68,4	68,4–55,8	55,8–43,2	43,2–30,6	30,6–18,0
Диаметр кроны, см	y_2	80–68,6	68,6–57,2	57,2–45,8	45,8–34,3	34,3–23,0
Густота стояния растений, тыс. шт./га	y_3	19,1–17,7	17,7–16,3	16,3–14,8	14,8–13,4	13,4–12,0

Table 4

Desirability levels for accepted indicators of Pamirian winterfat development

Indicators	Designation	Desirability d				
		1.0	0.8	0.63	0.37	0.2
Height, cm	y_1	81.0–68.4	68.4–55.8	55.8–43.2	43.2–30.6	30.6–18.0
Crown diameter, cm	y_2	80–68.6	68.6–57.2	57.2–45.8	45.8–34.3	34.3–23.0
Density of plant standing, thousand plants/ha	y_3	19.1–17.7	17.7–16.3	16.3–14.8	14.8–13.4	13.4–12.0

На основании данных табл. 4 рассчитываются линейные уравнения вида $d_i = ay_i + c$ зависимости желательностей d_i от средних значений диапазонов натуральных показателей y_i . Уравнения для каждого показателя приведены в табл. 5.

Таблица 5

Зависимость вида $d_i = ay_i + c$ для различных показателей

Показатели	Обозначения	Уравнения
Высота, см	y_1	$d_1 = 0,0161y_1 - 0,1975$
Диаметр кроны, см	y_2	$d_2 = 0,0178y_2 - 0,3156$
Густота стояния растений, тыс. шт./га	y_3	$d_3 = 0,1419y_3 - 1,605$

Table 5

 $d_i = ay_i + c$ dependence for various indicators

Indicator	Designation	Equation
Height, cm	y_1	$d_1 = 0.0161y_1 - 0.1975$
Crown diameter, cm	y_2	$d_2 = 0.0178y_2 - 0.3156$
Density of plant standing, thousand plants/ha	y_3	$d_3 = 0.1419y_3 - 1.605$

Подставляя в уравнения значения натуральных показателей терескена по годам исследований, находим их желательности $d_{1...3}$.

Значения критерия D , рассчитанные с учетом натуральных значений принятых показателей y_i и их желательности d_i для различных годов исследований, приведены в табл. 6.

Таблица 6

Интегральный критерий D развития полукустарника по годам

Годы исследований	Высота, см (y_1/d_1)	Диаметр кроны, см (y_2/d_2)	Количество растений, тыс. шт./га (y_3/d_3)	D
2012	71/0,94	42/0,43	19,0/1,08	0,905
2014	50/0,60	43/0,44	16,8/0,77	0,836
2016	44/0,51	33/0,27	16,3/0,70	0,767

Table 6

Integral criterion D of Pamirian winterfat development

Year	Height, cm (y_1/d_1)	Crown diameter, cm (y_2/d_2)	Density of plant standing, thousand plants/ha (y_3/d_3)	D
2012	71/0.94	42/0.43	19.0/1.08	0.905
2014	50/0.60	43/0.44	16.8/0.77	0.836
2016	44/0.51	33/0.27	16.3/0.70	0.767

Определена высокая степень прямой корреляционной связи между суммой осадков осеннего периода (см. табл. 2) и значениями интегрального показателя D ($r = 0,97$) с большим его значением в 2012 г. ($D = 0,905$), принимая во внимание тот факт, что осадки весенне-летнего периода имеют интенсивный ливневый характер, что при повышенной температуре (см. табл. 1) несколько нивелирует их влияние на интенсивность развития *Krascheninnikovia ceratoides*.

Продуктивные запасы надземной массы веточного корма полукустарника зависят не только от метеоусловий и стравливания, но и от места произрастания и особенностей биологии вида.

Наибольшая урожайность терескена (15,6 ц/га сырой массы, или 6,08 ц/га высушенного корма) зафиксирована при влажных вегетационных периодах. Отмечается высокая степень прямой корреляционной связи между значениями интегрального показателя D и весом воздушно-сухой массы растения ($r = 0,90$) с большим его значением в 2012 г., равным 6,08 ц/га (табл. 7).

Таблица 7

Продуктивность терескена в насаждениях
(Яшкульский район, Республика Калмыкия (Черные Земли))

Участок	Год	Количество сохраненных кустов на 1 га, шт.	Поедаемая масса куста, г		Вес возд. сух. массы, ц/га
			Сырая	Воз./сух.	
«Молодежный-терескен»	2012	19,0±1,6	82,57	32,00	6,08±1,7
	2014	16,8±0,8	84,12	33,48	5,62±2,1
	2016	16,3±1,2	80,00	30,50	4,97±1,4

Table 7

Pamirian winterfat productivity in plantings
(Yashkul district, Republic of Kalmykia (Black Lands))

Location	Year	Number of survived plants per 1 ha	Feed mass, g		Dry weight, c/ha
			Wet	Dry	
Molodezhny-teresken	2012	19.0±1.6	82.57	32.00	6.08±1.7
	2014	16.8±0.8	84.12	33.48	5.62±2.1
	2016	16.3±1.2	80.00	30.50	4.97±1.4

Применение метода модельных кустов для терескена серого показало, что в условиях почти полного отсутствия осадков в весенний период (2...4 мм/месяц), доля поедаемой воздушно-сухой массы достигает 35 % в острозасушливые годы.

Выводы

Комплексная оценка таксационных показателей терескена по критерию D является объективным инструментом оценки его развития в сложившихся климатических факторах определенного года.

Установлена прямая корреляционная связь между суммой осадков осеннего периода в различные годы исследований и значениями интегрального показателя D ($r = 0,97$) при более высоком его значении в 2012 г. ($D = 0,905$).

Значению интегрального показателя $D = 0,905$ соответствует и больший вес воздушно-сухой массы растений, полученный в 2012 г. и равный 6,08 ц/га, при этом прямая корреляция между этими показателями во все годы исследований составляет величину $r = 0,9$.

Мелиоративно-кормовые насаждения из *Krascheninnikovia ceratoides* обладают устойчивостью, долговечностью, высоким ценозообразующим потенциалом и являются наилучшим способом улучшения, восстановления пастбищ в засушливых и полузасушливых районах.

Библиографический список

1. Тютюма Н.В., Булахтина Г.К., Кудряшов А.В., Кудряшова Н.В. Мелиоративная эффективность кустарниковых кулис на аридных пастбищах юга России // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 1(82). С. 62—68. doi: 10.24411/1993-3916-2020-10084
2. Ибрагимов К.М., Гамидов И.Р., Умаханов М.А. Повышение продуктивности деградированных Кизлярских пастбищ // Кормопроизводство. 2017. № 8. С. 18—21.
3. Дедова Э.Б., Гольдварг Б.А., Цаган-Манджиев Н.Л. Деградация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. 2(83). С. 63—71. doi: 10.24411/1993-3916-2020-10097
4. Манаенков А.С., Кулик А.К. Закрепление и облесение песков засушливой зоны. Волгоград, 2016. 55 с.
5. Крючков С.Н., Маттис Г.Я. Лесоразведение в засушливых условиях. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. 300 с.
6. Шамсутдинов Н.З., Каминов Ю.Б., Батыров В.А. Биологические особенности и кормовая продуктивность полукустарников в условиях Прикаспийской полупустыни // Успехи современного естествознания. 2019. № 7. С. 39—44. doi: 10.17513/use.37157
7. Rybashlykova L.P., Lepesko V.V. Assessment of natural and forest reclaimed forage lands in semi-desert conditions in southern Russia // Лесной журнал. 2021. № 3(381). С. 37—48. doi: 10.37482/0536-1036-2021-3-37-48
8. Комарова И.А., Иванцова Е.А. Геоинформационная оценка агроландшафтов на тестовом полигоне «Черные земли» // Известия НВ АУК. 2021. 1(61). С. 452—460. doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-43
9. Митрошенкова А.Е. Кустарниковые степи Самарского Высокого Заволжья // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2015. № 1(13). С. 52—63.
10. Perez-Collzos E., Catalan P. Genetic diversity analysis and conservation implications for the Iberian threatened populations of the irano-turanian relict *Krascheninnikovia ceratoides* (Chenopodiaceae) // Biological Journal of the Linnean Society. 2007. Vol. 92. № 3. Pp. 419—429. doi: 10.1111/j.1095-8312.2007.00882.x
11. Турчин Т.Я., Ермолова А.С., Пичуева Г.В. Приживаемость и рост аборигенных и интродуцированных видов древесных растений на среднебугристых песках в степной зоне // Лесохозяйственная информация. 2017. № 3. С. 20—34. doi: 10.24419/LHI.2304-3083.2017.3.02

12. Косолапов В.М., Писковацкий Ю.М., Шамсутдинова Э.З., Каминов Ю.Б., Шамсутдинов З.Ш., Кенжегалиев Г.К. Фитоценотическая селекция кормовых растений: научные предпосылки и некоторые результаты // Кормопроизводство. 2017. № 12. С. 12—17.
13. Del Rio J., Peñas J. *Kraschenninikovia ceratoides* (L). Gueldenst redescubierta en el marquesado del Zenete (Granada) // Acta Botanica Malacitana. 2006. Vol. 31. Pp. 200—202. doi: 10.24310/abm.v31i31.7160
14. Seidl A., Tremetsberger K., Pfanzelt S., Blattner F.R., Neuffer B., Friesen F., Hurka H., Shmakov A., Batlai O., Čalasan A.Ž., Vesselova P.V., Bernhardt K.G. The phylogeographic history of *Krascheninnikovia* reflects the development of dry steppes and semi-deserts in Eurasia // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. № 1. Pp. 6645. doi: 10.1038/s41598-021-85735-z
15. Вдовенко А.В., Манаенков А.С., Радочинская Л.П. Динамика состояния опустыненных земель сельскохозяйственного назначения на юге России // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. № 5. С. 49—53.
16. Manaenkov A.S., Rybashlykova L.P. Increasing the Efficiency of Plant-Cover Restoration in the Modern Focus of Deflation on Pastures of the Northwestern Caspian Region // Arid Ecosystems. 2020. T. 10. № 4. С. 358—367. doi: 10.1134/S2079096120040149
17. Манаенков А.С. Лесомелиорация арен засушливой зоны. 2-е изд., перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2018. 428 с.
18. Сохт К.А. Машинные технологии возделывания зерновых культур. Краснодар, 2001. 271 с.

References

1. Tyutyuma NV, Bulakhtina GK, Kudryashov AV, Kudryashova NV. Meliorative efficiency of shrub coultures in arid pastures of Southern Russia. *Arid ecosystems*. 2020;26(1):62—68. (In Russ.) doi: 10.24411/1993-3916-2020-10084
2. Ibragimov KM, Gamidov IR, Umakhanov MA. Increasing the productivity of degraded grassland of Kizlyar pastures. *Fodder Production*. 2017;(8):18—21. (In Russ.)
3. Dedova EB, Goldvarg BA, Tsagan-Manzhiev NL. Land degradation of the republic of Kalmykia: problems and ways to recover. *Arid ecosystems*. 2020;26(2):63—71. (In Russ.) doi: 10.24411/1993-3916-2020-10097
4. Manaenkov AS, Kulik AK. *Zakreplenie i oblesenie peskov zasushlivoi zony* [Consolidation and afforestation of dry zone sands]. Volgograd; 2016. (In Russ.)
5. Kryuchkov SN, Mattis G.Y. *Lesorazvedenie v zasushliviyykh usloviyakh* [Afforestation in arid conditions]. Volgograd: VNIALMI publ.; 2014. (In Russ.)
6. Shamsutdinov NZ, Kaminov YB, Batyrov VA. Biological characteristics and fodder productivity of dwarf semishrubs in the conditions of the Circum-caspian semi-deserts. *Advances in current natural sciences*. 2019;(7):39—44. (In Russ.) doi: 10.17513/use.37157
7. Rybashlykova LP, Lepesko VV. Assessment of natural and forest reclaimed forage lands in semi-desert conditions in southern Russia. *Russian forestry journal*. 2021;(3):37—48. doi: 10.37482/0536-1036-2021-3-37-48
8. Komarova IA, Ivantsova EA. Geoinformation assessment of agro-landscapes at the test range 'Black Lands'. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2021;(1):452—460. (In Russ.) doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-43
9. Mitroshenkova AE. Shrubby steppes of Samara High trans-Volga region. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University*. 2015;(1):52—63. (In Russ.)
10. Perez-Collzos E, Catalan P. Genetic diversity analysis and conservation implications for the Iberian threatened populations of the Irano-Turanian relict *Krascheninnikovia ceratoides* (Chenopodiaceae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 2007;92(3):419—429. doi: 10.1111/j.1095-8312.2007.00882.x
11. Turchin TY, Ermolova AS, Pichueva GV. Survival and growth of aboriginal and introduced woody plant species at middle hill sandy sites in steppe zone. *Forestry information*. 2017;(3):20—34. (In Russ.) doi: 10.24419/LHI.2304-3083.2017.3.02
12. Kosolapov VM, Piskovatskiy YM, Shamsutdinova EZ, Shamsutdinov ZS, Kaminov YB, Kenzhegaliev GK. Phytocenotic forage plant breeding: background and some results. *Fodder Production*. 2017;(12):12—17. (In Russ.)
13. Del Rio J, Peñas J. *Kraschenninikovia ceratoides* (L). Gueldenst., redescubierta en el marquesado del Zenete (Granada). *Acta Botanica Malacitana*. 2006; 31:200—202.
14. Seidl A, Tremetsberger K, Pfanzelt S, Blattner FR, Neuffer B, Friesen N, Hurka H, Shmakov A, Batlai O, Čalasan AŽ, Vesselova PV, Bernhardt KG. The phylogeographic history of *Krascheninnikovia* reflects the development of dry steppes and semi-deserts in Eurasia. *Scientific Reports*. 2021; 11:6645. doi: 10.1038/s41598-021-85735-z

15. Vdovenko AV, Manaenkov AS, Radochinskaya LP. Dynamics of the state desertified lands of agricultural importance in South Russia. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*. 2015;(5):49—53. (In Russ.)

16. Manaenkov AS, Rybashlykova LP. Increasing the efficiency of plant-cover restoration in the modern focus of deflation on pastures of the northwestern Caspian Region. *Arid Ecosystems*. 2020;10(4):358—367. doi: 10.1134/S 2079096120040149

17. Manaenkov AS. *Lesomelioratsiya aren zasushlivoi zony* [Forest reclamation of arid zone arenas]. 2nd ed. Volgograd: VNIALMI publ.; 2018. (In Russ.)

18. Sokht KA. *Mashinnye tekhnologii vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur* [Machine technologies of cultivation of grain crops]. Krasnodar; 2001. (In Russ.)

Об авторе:

Рыбашлыкова Людмила Петровна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель, ФНЦ агроэкологии РАН, Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 97; e-mail: ludda4ka@mail.ru

ORCID: 0000-0002-3675-6243

About of author:

Rybashlykova Ludmila Petrovna — Candidate of Agricultural Sciences, Leading researcher, Laboratory of protective afforestation and phytomelioration of low-yielding lands, Federal Research Centre of Agroecology, Amelioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, 97 Universitetsky av., Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: ludda4ka@mail.ru

ORCID: 0000-0002-3675-6243