

## Подбор кормовых кустарников для реставрации деградированных полупустынных пастбищных экосистем

Г. К. Булахтина<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, Солёное Займище, Россия

✉ E-mail: gbulah@mail.ru

**Аннотация.** Цель. Исследование направлено на проведение интродукции и адаптационной оценки многолетних кормовых растений из коллекции Узбекского НИИ каракулеводства и экологии пустынь для использования в реставрации аридных деградированных пастбищных экосистем в полупустынной зоне юга России. **Методы.** Дана оценка адаптационным возможностям, в том числе реакция на засуху, морозостойкость, урожайность, кормовая ценность кормовых кустарников семейств маревые (*Chenopodiaceae*), бобовые (*Fabaceae*), мятликовые (*Poaceae*), лоховые (*Elaeagnaceae*), гречишные (*Polygonaceae*), астровые (*Asteraceae*) из коллекции Узбекского НИИ каракулеводства и экологии пустынь в современных условиях аридизации климата на светло-каштановых почвах Астраханской области. **Результаты.** Исследования проводились в засушливых климатических условиях на неплодородных почвах (содержание гумуса – 0,91–1,2 %). На второй год вегетации высота растений составила 0,82–1,29 м, что будет способствовать задержанию снега на пастбище. Все исследуемые кормовые кустарники имели достоверно высокий показатель ЭКЕ (0,802–0,972) и урожайность зеленой массы (5,7–38,7) т/га, наиболее урожайными были отмечены имень, чогон и кейреук – 38,7, 25,0, 32,7 т/га соответственно, меньшую массу (5,7 т/га) за вегетацию нарастил саксаул черный. **Научная новизна.** Все изучаемые интродуцируемые кустарники показали высокий адаптивный жизненный потенциал в аридных полупустынных условиях региона исследования, в том числе высокую засухоустойчивость, нетребовательность к почвенному плодородию, длительный вегетационный период (200–230 дней) и высокую энергетическую емкость, которая превышала ЭКЕ естественного травостоя на 0,07–0,24. Использование этих кустарников в восстановлении деградированных пастбищ увеличит их видовое разнообразие, продуктивность и питательную ценность. Все это даст возможность не только увеличить кормовую емкость рекультивированных пастбищ, но и улучшить их мелиоративное состояние за счет снегозадержания.

**Ключевые слова:** опустынивание, полупустынные пастбищные экосистемы, кормовые кустарники, питательная ценность, урожайность.

**Для цитирования:** Булахтина Г. К. Подбор кормовых кустарников для реставрации деградированных полупустынных пастбищных экосистем // Аграрный вестник Урала. 2023. № 05 (234). С. 2–13. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-2-13.

**Дата поступления статьи:** 27.01.2023, **дата рецензирования:** 14.02.2023, **дата принятия:** 20.02.2023.

### Постановка проблемы (Introduction)

Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием (1995 г.) была разработана как главный инструмент для содействия на международном уровне устойчивому развитию регионов, подверженных высокому антропогенному воздействию в сочетании с аридизацией климата, при этом, на тот период понятие «опустынивание» было еще неоднозначно воспринято научным сообществом. В то же время многочисленными исследованиями российских и зарубежных специалистов убедительно были выявлены явные процессы ксерофитизации растительного по-

крова, высыхание и гибель защитных насаждений, активное движение песков. Особенно это отмечалось в аридных пастбищных экосистемах [1–7].

В настоящее время в полупустынных и пустынных регионах не только России, но и Казахстана, Киргизии, Таджикистана в результате чрезмерного выпаса, интенсивной обработки и аридизации климата отмечается усиление процессов деградации, засоления, разрушения почвенного и растительного покрова и в итоге прогрессирующее опустынивание [8–12].

Таким образом, исследования, направленные на сдерживание процессов опустынивания земель, имеют большое государственное значение. Актуальность исследований состоит в необходимости выявления таких растений, которые смогут решить задачу не только сохранения, но и увеличения видового разнообразия и продуктивности пастбищ в аридных условиях. Эффективным направлением в решении данной проблемы может стать интродукция новых видов и форм кормовых растений из других регионов страны и дикой флоры. Сейчас во многих странах проводятся работы по сбору, сохранению и использованию генетических ресурсов растений в различных отраслях народного хозяйства, в том числе в кормопроизводстве. Так, в Казахстане имеется богатая коллекция кормовых культур, в т. ч. на Приаральской опытной станции – 4019 образцов. В Узбекском НИИ каракулеводства и экологии пустынь собран и создан генофонд аридных кормовых растений, включающий 233 образца саксаула, 75 – чогона, 148 – терескена, 163 – кохии, 84 – солянки восточной [13].

В Астраханской области в Прикаспийском аграрном центре (ПАФНЦ РАН) проводятся многолетние исследования по интродукции кормовых растений из аридных регионов России и ближнего зарубежья в почвенно-климатические условия Северного Прикаспия [14–17].

В интродукционном питомнике ПАФНЦ РАН собраны аридные кормовые растения различных жизненных форм (травы, кустарники, деревья) семейств маревые (*Chenopodiaceae*), бобо-

вые (*Fabaceae*), мятликовые (*Poaceae*), лоховые (*Elaeagnaceae*), гречишные (*Polygonaceae*), астровые (*Asteraceae*).

Цель нашего исследования – провести интродукцию и адаптационную оценку многолетних кормовых растений из коллекции Узбекского НИИ каракулеводства и экологии пустынь для использования в реставрации аридных деградированных пастбищных экосистем в полупустынной зоне юга России.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Климат в районе исследования резко континентальный, аридный: лето жаркое сухое, с дневными температурами 40–45 °С, в течение летнего периода суховеи занимают до 31–36 дней. Зима малоснежная, теплая, среднемесячная температура составляет от –0,9 до –2,5 °С. Годовое количество осадков в среднем по годам варьирует от 180 до 280 мм. ГТК периода вегетации исследуемых растений (конец февраля – начало ноября) составил 0,33, что определило зону увлажнения региона исследования как сухую.

Почвы участка под питомником многолетних кормовых растений светло-каштановые, по гранулометрическому составу преимущественно легко- и среднесуглинистые, местами супесчаные, имеют слабощелочную реакцию (7,9–8,1), уровень плодородия – от очень низкого (гумус 0,91 %) до низкого (1,2 %).

Изучение многолетних кормовых растений проводилось в питомнике интродукции древесно-кустарниковых растений ПАФНЦ РАН, который был создан в сотрудничестве и использовании семенного материала ТОО «Юго-Западный НИИ животно-

Таблица 1  
Состав питомника кормовых растений Узбекского НИИ каракулеводства и экологии пустынь

Название вида, сорт	Жизненные формы растений
Камфоросма марсельская дикорастущая	Полукустарник
Терескен Эверсмана, сорт Тулкин	Кустарник
Черкез Палецкого (солянка Палецкого) дикорастущий	Кустарник
Чогон (галотамнус, солянка малолистные), сорт Жайхун	П/кустарник
Полынь развесистая, сорт Дилбар	П/кустарничек
Изень (кохия, прутняк), сорт Отавный	П/кустарничек
Кейреук (солянка восточная), сорт Первенец Карнаба	Кустарник
Саксаул черный (безлистный), сорт Нортуга	Кустарник

Table 1  
The composition of the forage plant nursery of the Uzbek Research Institute of Karakul Breeding and Desert Ecology

Species name, variety	Plantlife forms
<i>Camphorosma monspeliaca</i> L., <i>agrestic</i>	<i>Shrub</i>
<i>Krascheninnikovia ewersmanniana</i> (Stschegl. ex Losinsk.), <i>variety Tulkin</i>	<i>Bush</i>
<i>Salsola Paletziana</i> Litw, <i>agrestic</i>	<i>Bush</i>
<i>Halothamnus subaphyllus</i> (C.A. Mey.) Botsch., <i>variety Zhaykhun</i>	<i>Shrub</i>
<i>Artemisia diffusa</i> L., <i>variety Dilbar</i>	<i>Shrub</i>
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad., <i>variety Otavnyy</i>	<i>Shrub</i>
<i>Salsola orientalis</i> SG Gmel., <i>variety Pervenets Karnaba</i>	<i>Bush</i>
<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin, <i>variety Nortuya</i>	<i>Bush</i>

водства и растениеводства» (Казахстан) и Узбекского НИИ каракулеводства и экологии пустынь, АУ РК «КАЛМЛЕС» (Калмыкия) (таблица 1).

Общая площадь делянки под один вид – 5,6 м<sup>2</sup>, посев рядовой с междурядьем – 1,4 м. Техника посева – ручная. Глубина заделки семян: саксаул, кейреук – 0,5–1 см, остальные кустарники – 3–4 см. Все посевы – в трех повторностях.

Исследования проводились по общепринятым методикам И. Г. Грингофа и Ю. С. Лынова (1991) (фенология), ВНИИ кормов (2015) (урожайность), Б. А. Доспехова (1985) (зимостойкость, оценка состояния посева, учет поражения болезнями, повреждение вредителями), ВИР (1985) (оценка реакции растений на засуху). Агрохимический анализ почвы и растений проводился в Государственном центре агрохимической службы «Астраханский»

(г. Астрахань). Расчет обменной энергии и энергетической кормовой единицы (ЭКЕ) в кормовой массе проводился по методике ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста [18]

### Результаты (Results)

Посев кормовых растений проводился 18.03.2021 года. Климатические условия посева: температура воздуха +1 °С; температура почвы в слое 0–0,1 м составила +3 °С; сумма продуктивного запаса влаги в слое 0–0,3 м – 15,9 мм. После посева в течение 4 дней осадки составили 40 мм. Таким образом, можно констатировать, что условия для начала вегетации исследуемых растений были удовлетворительными.

В период вегетации растений в питомнике проводились исследования продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см (рис. 1).

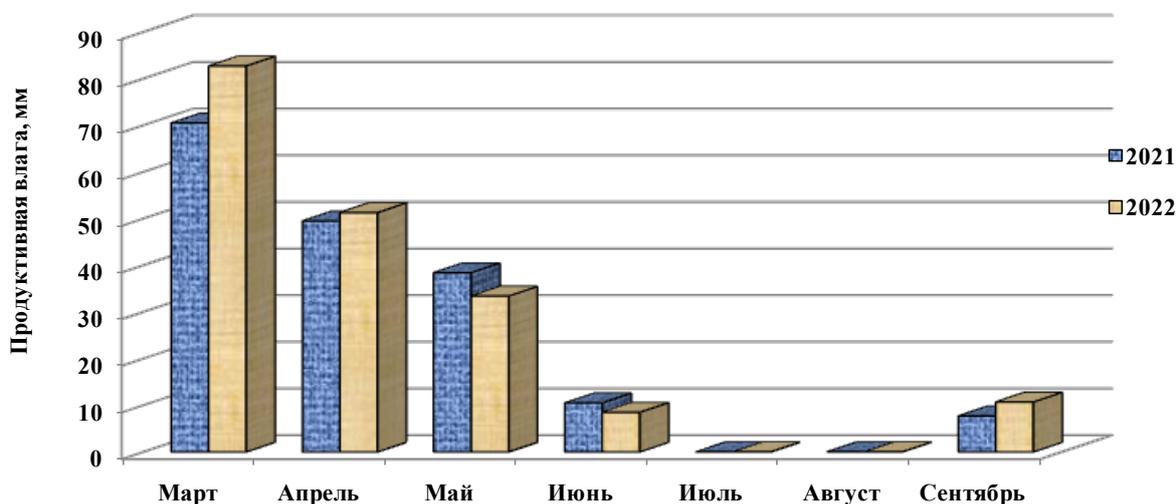


Рис. 1. Наличие продуктивной влаги (мм) в слое почвы 0–100 см на участке питомника в период исследования (2021–2022 гг.)

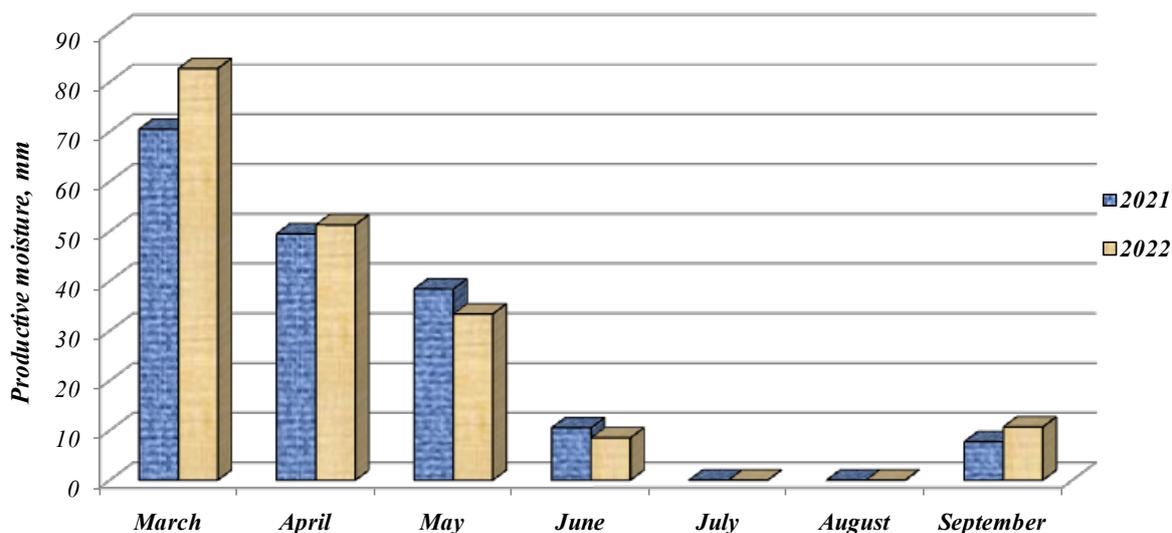


Fig. 1. The presence of productive moisture (mm) in the soil layer 0–100 cm at the nursery site during the study period (2021–2022)

Таблица 2

## Даты начала прохождения фенологических фаз кормовых растений

Название вида (русский), сорт	Всходы/отрастание на 2-й год	Бутонизация 1-й год / 2-й год	Цветение 1-й год / 2-й год	Плодоношение / конец вегетации
Камфоросма дикорастущая	30.04/28.02	29/15.07	14/3.08	10.10/1.12
Терескен Эверсмана, сорт Тулкин	25.04/31.03	9.08/10.07	31/1.08	14.10/1.12
Черкез Палецкого, дикорастущий	25.04/17.04	25.08/5.07	22.09/1.08	15.09/3.11
Чогон, сорт Жайхун	25.04/10.04	10/8.07	13/10.08	20.09/3.11
Полынь развесистая, сорт Дилбар	10.05/1.04	7/17.08	14/5.10	27.10/1.12
Изень, сорт Отавный	25.04/28.02	11.08/10.07	2.09/1.08	12.10/1.12
Кейреук, сорт Первенец Карнаба	25.04/3.04	7-10.07	15/15.08	01.10/1.12
Саксаул черный, сорт Нортуга	25.04/17.04	–	–	–/20.10

Agrotechnologies

Table 2

## Dates of the beginning of the passage of the phenological phases of fodder plants

Speciesname, variety	Seedlings/regrowth in the 2 <sup>nd</sup> year	Budding 1 <sup>st</sup> year / 2 <sup>nd</sup> year	Flowering 1 <sup>st</sup> year / 2 <sup>nd</sup> year	Fruiting / end of growing season
<i>Camphorosma monspeliaca</i> L., <i>agrestic</i>	30.04/28.02	29/15.07	14/3.08	10.10/1.12
<i>Krascheninnikovia ewersmanniana</i> (Stschegl. ex Losinsk.), variety <i>Tulkin</i>	25.04/31.03	9.08/10.07	31/1.08	14.10/1.12
<i>Salsola Paletziana</i> Litw, <i>agrestic</i>	25.04/17.04	25.08/5.07	22.09/1.08	15.09/3.11
<i>Halothamnus subaphyllus</i> (C.A. Mey.) Botsch., variety <i>Zhaykhun</i>	25.04/10.04	10/8.07	13/10.08	20.09/3.11
<i>Artemisia diffusa</i> L., variety <i>Dilbar</i>	10.05/1.04	7/17.08	14/5.10	27.10/1.12
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad., variety <i>Otavnyy</i>	25.04/28.02	11.08/10.07	2.09/1.08	12.10/1.12
<i>Salsola orientalis</i> SG Gmel., variety <i>Pervenets Karnaba</i>	25.04/3.04	7-10.07	15/15.08	01.10/1.12
<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin, variety <i>Nortuga</i>	25.04/17.04	–	–	–/20.10

По результатам было выявлено, что в периоды всходов (первый год) и начала возобновления (второй год) кормовых кустарников (март) наличие продуктивной влаги в почве было в пределах 70–83 мм, что по агрономическим характеристикам является очень низким запасом. В дальнейшем, в период активного роста и развития, этот запас снижается от 49–51 мм в апреле, 33–38 мм в мае, 8–10 мм в июне и до нуля в июле и августе. Эти данные показывают крайне засушливые условия произрастания исследуемых кустарников.

В период роста и развития растений были отмечены даты начала прохождения вегетационных фаз (таблица 2).

Проведенный анализ зимостойкости изучаемых кустарников показал, что все растения в регионе исследования имели по этому показателю 5 баллов из 5 (нет погибших растений).

Учет поражения болезнями и повреждение вредителями изучаемых растений проводился весь период вегетации, и по 5-балльной шкале было оценено в 0 баллов (отсутствие повреждений).

По датам прохождения фенологических фаз изучаемых растений было определено, что они, имея одинаковый фенологический спектр (200–230 дней), долго набирают кормовую массу и кру-

глый год являются источником высокопитательного хорошо поедаемого корма.

Поскольку изучаемые растения в естественных условиях являются позднеспелыми, исследование состояния посевов и реакции растений на засуху проводили по методике Б. А. Доспехова (1985) в период очень сильной воздушной и почвенной засухи – 28 июля и 7 сентября (таблица 3).

По годам исследования было отмечено, что в начале засушливого периода (июль) все растения имели отличное состояние посевов (5 баллов) и очень слабую реакцию на засуху (1 балл). В дальнейшем, в сентябре, у всех растений отмечалось пожелтение прикорневых и нижних стеблевых листьев (3 балла).

Исследование высоты кустарников на второй год вегетации выявило более высокорослые растения, такие как черкез, чогон, изень, которые имеют достоверную разницу с остальными кустарниками. Проведенные сравнительные исследования роста кустарников по годам жизни (рис. 2) показали, что на второй год вегетации высота надземной части саксаула черного и полыни развесистой увеличилась в 2 раза, а такие кустарники, как камфоросма, терескен, черкез, чогон, изень и кейреук, две трети роста достигают в первый год вегетации.

В конце июня был произведен срез зеленой массы кустарников на урожайность и получены данные по выходу сухого вещества (таблица 4).

На второй год жизни наиболее урожайными по зеленой массе были изень, чогон и кейреук – 38,7, 25,0, 32,7 т/га соответственно. Саксаул черный за вегетацию нарастил меньшую массу – 5,7 т/га. Показатели урожайности зеленой массы достоверно

отличались между видами растений. Однако, учитывая, что все исследуемые растения имеют различное содержание влаги, было проведено сравнение урожайности по сухому веществу. В результате было выявлено, что урожайность СВ камфоросмы, терескена и кейреука имеет различие в пределах ошибки.

Таблица 3  
Изучение кормовых кустарников, 2021–2022 гг.

Название вида, сорт	Состояние посевов на 28.07/07.09		Высота надземной части, м	
	Состояние посева, балл*	Реакция на засуху, балл**	2021 г.	2022 г.
Камфоросма дикорастущая	5/3	1/3	0,69	0,94
Терескен Эверсмана, сорт Тулкин	5/3	1/3	0,60	0,96
Черкез Палецкого, дикорастущий	5/3	1/3	0,82	1,29
Чогон, сорт Жайхун	5/3	1/3	0,98	1,27
Полынь развесистая, сорт Дилбар	5/3	1/3	0,34	0,77
Изень, сорт Отавный	5/3	1/3	0,92	1,14
Кейреук, сорт Первенец Карнаба	5/3	1/3	0,54	0,82
Саксаул черный, сорт Нортуга	5/3	1/3	0,47	0,97
Ошибка выборки (95%)			±0,05	±0,06
НСР <sub>05</sub>			0,15	0,19

\* Визуальная оценка состояния посева по 5-балльной шкале, в одни и те же часы, при расположении солнца «за спиной»: 0 – полная гибель, 1 – очень плохое, 2 – плохое, 3 – удовлетворительное, 4 – хорошее, 5 – отличное (Б. А. Доспехов, 1985).

\*\* Оценка реакции растений на засуху по 9-балльной шкале: 1 – очень слабая (незначительное пожелтение некоторых прикорневых листьев), 3 – слабая (пожелтение всех прикорневых листьев), 5 – средняя (пожелтение прикорневых и нижних стеблевых листьев), 7 – сильная (пожелтение прикорневых и нижних стеблевых листьев и потеря тургора зелеными листьями), 9 – очень сильная (пожелтение листьев, потеря ими тургора и недоразвитие генеративных органов, т. е. соцветия не выходят из влагалищ верхнего листа) (методика ВИР, 1985).

Table 3  
Study of fodder shrubs, 2021–2022

Species name, variety	The state of crops on 28.07/07.09		Height of the above-ground part, m	
	Seeding status, score*	Drought response, score**	2021	2022
<i>Camphorosma monspeliaca</i> L., <i>agrestic</i>	5/3	1/3	0.69	0.94
<i>Krascheninnikovia ewersmanniana</i> (Stschegl. ex Losinsk.), variety <i>Tulkin</i>	5/3	1/3	0.60	0.96
<i>Salsola Paletziana</i> Litw, <i>agrestic</i>	5/3	1/3	0.82	1.29
<i>Halothamnus subaphyllus</i> (C.A. Mey.) Botsch., variety <i>Zhaykhun</i>	5/3	1/3	0.98	1.27
<i>Artemisia diffusa</i> L., variety <i>Dilbar</i>	5/3	1/3	0.34	0.77
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad., variety <i>Otavnyy</i>	5/3	1/3	0.92	1.14
<i>Salsola orientalis</i> SG Gmel., variety <i>Pervenets Karnaba</i>	5/3	1/3	0.54	0.82
<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin, variety <i>Nortuya</i>	5/3	1/3	0.47	0.97
Samplin gerror (95%)			±0.05	±0.06
LSD <sub>05</sub>			0.15	0.19

\* Visual assessment of the state of sowing on a 5-point scale, at the same hours, when the sun is “behind the back”: 0 – complete loss, 1 – very bad, 2 – bad, 3 – satisfactory, 4 – good, 5 – excellent (B. A. Dospikhov, 1985).

\*\* Assessment of plant response to drought on a 9-point scale: 1 – very weak (slight yellowing of some basal leaves), 3 – weak (yellowing of all basal leaves), 5 – medium (yellowing of basal and lower stem leaves), 7 – strong (yellowing of basal and lower stem leaves and loss of turgor by green leaves), 9 – very strong (yellowing of the leaves, loss of turgor and underdevelopment of the generative organs, i. e. the inflorescence does not come out of the upper leaf sheaths). (VIR method, 1985).

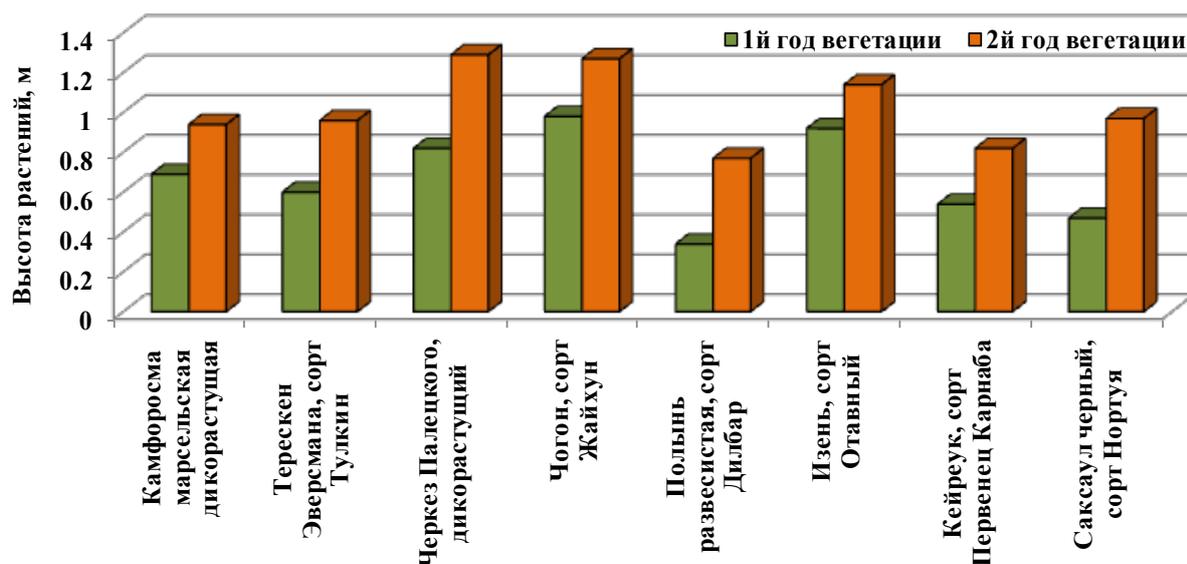


Рис. 2. Динамика высоты растений кормовых кустарников, 2021–2022 гг.

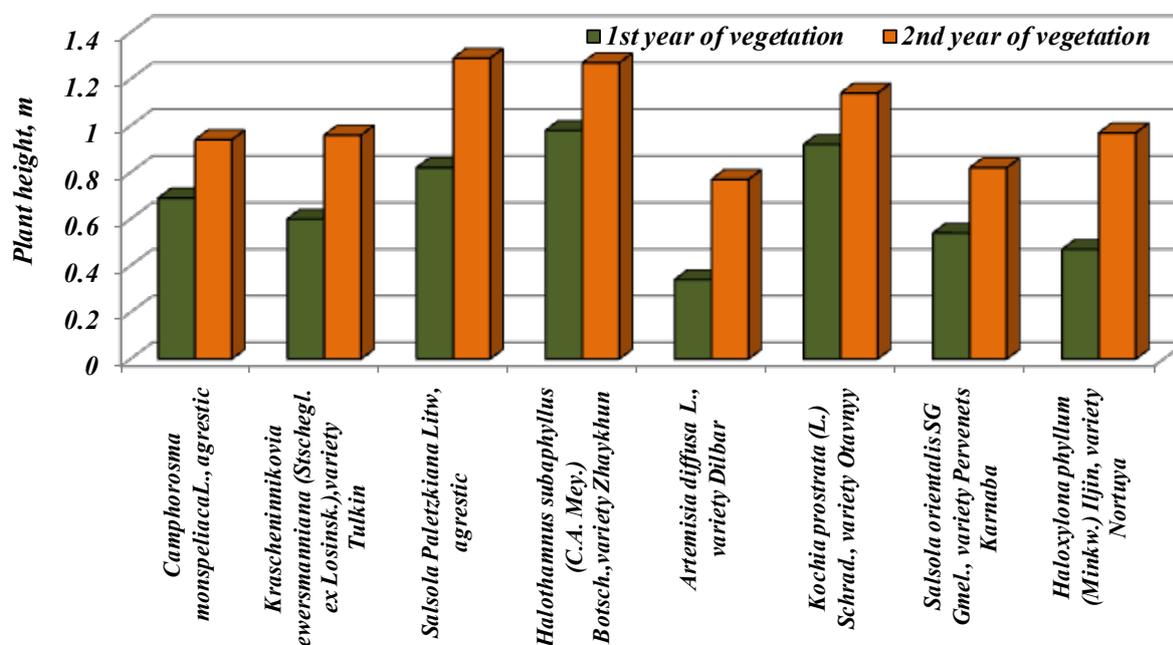


Fig. 2. Dynamics of plant height of fodder shrubs, 2021–2022

Таблица 4

**Урожайность кормовых кустарников второго года жизни, 2022 г.**

Название вида (русский), сорт	Урожайность, т/га		Выход сухого вещества, %
	Зеленая масса	Сухая масса	
Камфоросма дикорастущая	17,9	7,2	40,1
Терескен Эверсмана, сорт Тулкин	19,1	8,1	42,3
Черкез Палецкого, дикорастущий	16,1	4,1	25,5
Чогон, сорт Жайхун	25,0	5,4	21,6
Польнь развесистая, сорт Дилбар	9,2	3,5	38,5
Изень, сорт Отавный	38,7	15,1	39,1
Кейреук, сорт Первенец Карнаба	32,7	7,3	22,2
Саксаул черный, сорт Нортуя	5,7	1,0	17,5
НСР <sub>05</sub>	2,3	1,3	

Table 4  
Productivity of fodder shrubs of the second year of life, 2022

Speciesname, variety	Productivity, t/ha		Dry matter yield, %
	Green mass	Dry weight	
<i>Camphorosma monspeliaca</i> L., agrestic	17.9	7.2	40.1
<i>Krascheninnikovia ewersmanniana</i> (Stschegl. ex Losinsk.), variety Tulkin	19.1	8.1	42.3
<i>Salsola Paletziana</i> Litw, agrestic	16.1	4.1	25.5
<i>Halothamnus subaphyllus</i> (C.A. Mey.) Botsch., variety Zhaykhun	25.0	5.4	21.6
<i>Artemisia diffusa</i> L., variety Dilbar	9.2	3.5	38.5
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad., variety Otavnyy	38.7	15.1	39.1
<i>Salsola orientalis</i> SG Gmel., variety Pervenets Karnaba	32.7	7.3	22.2
<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin, variety Nortuya	5.7	1.0	17.5
LSD <sub>05</sub>	2.3	1.3	

Агротехнологии

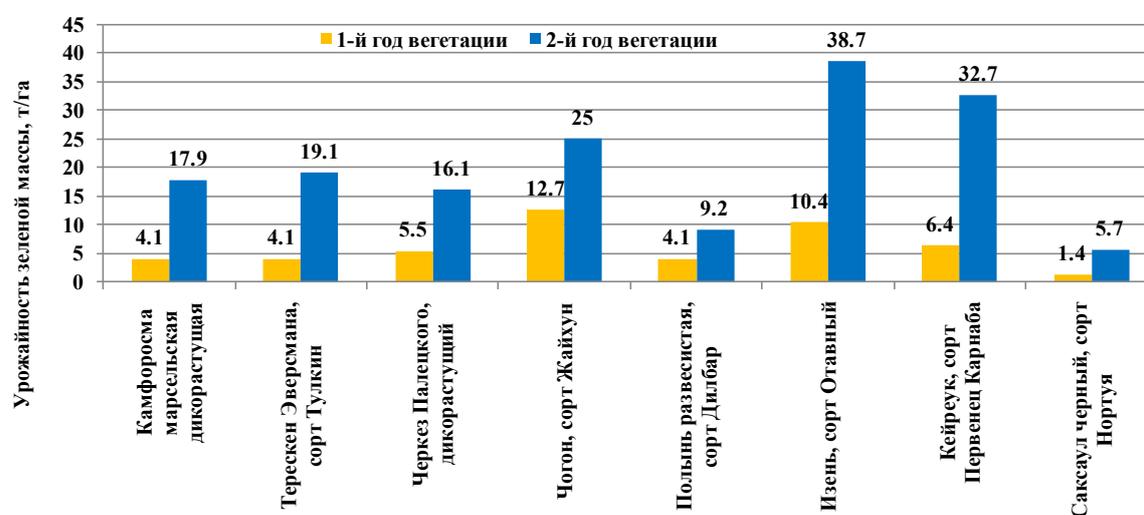


Рис. 3. Динамика урожайности зеленой массы кормовых кустарников, 2021–2022 гг.

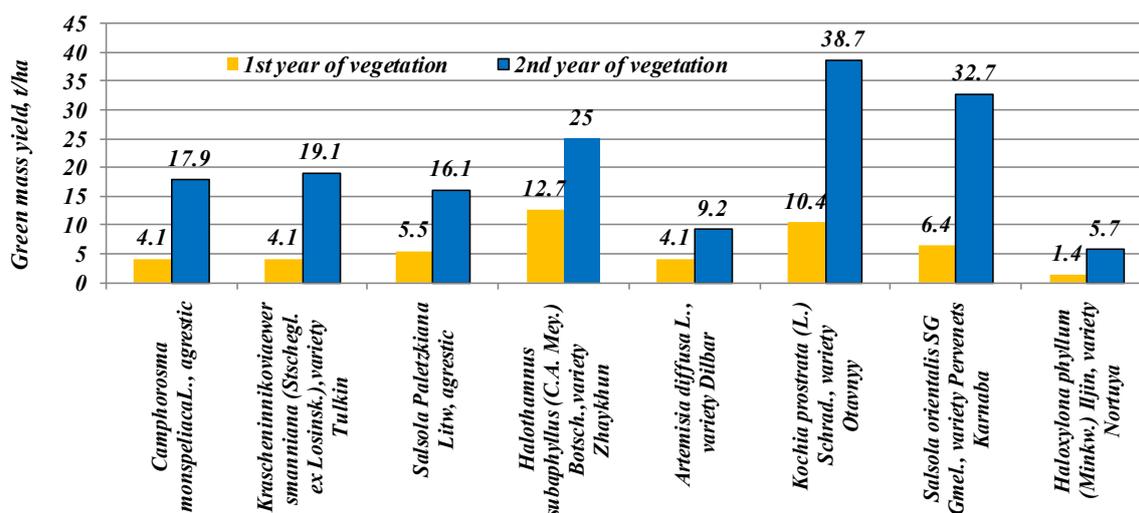


Fig. 3. Dynamics of the yield of green mass of fodder shrubs, 2021–2022

Исследуя динамику урожайности по годам, было выявлено, что во второй год жизни все кустарники увеличили свою зеленую массу в среднем в 2–5 раз (рис. 3). Наибольшая прибавка массы отмечена у изеня, камфоросмы, терескена, кейреука и

саксаула, т. е. увеличение роста растений не всегда соответствовало увеличению и зеленой массы. Это показывает, что высокопродуктивные кустарники набирают зеленую массу за счет сложных (ветвящихся) побегов.

Содержание питательных веществ в сухой массе кормовых кустарников второго года жизни, 2022 г.

Название вида, сорт	Содержание в 1 кг				
	Сырой протеин, кг	Сырой жир, кг	Сырая клетчатка, кг	БЭВ, кг	ЭКЕ
Камфоросма дикорастущая	0,141	0,040	0,254	0,365	0,842
Терескен Эверсмана, сорт Тулкин	0,140	0,014	0,248	0,419	0,842
Черкез Палецкого, дикорастущий	0,128	0,012	0,162	0,421	0,802
Чогон, сорт Жайхун	0,130	0,013	0,206	0,430	0,825
Полынь развесистая, сорт Дилбар	0,099	0,075	0,239	0,491	0,972
Изень, сорт Отавный	0,133	0,022	0,293	0,419	0,852
Кейреук, сорт Первенец Карнаба	0,145	0,021	0,182	0,428	0,869
Саксаул черный, сорт Нортюя	0,122	0,015	0,151	0,467	0,845
Естественная растительность пастбищ	0,119	0,024	0,186	0,354	0,731
НСР <sub>05</sub>	0,003	0,003	0,018	0,01	0,017

Table 5  
The content of nutrients in the dry mass of fodder shrubs of the second year of life, 2022

Speciesname, variety	Content in 1 kg				
	Crude protein, kg	Raw fat, kg	Raw fiber, kg	Nitrogen free extractive substances, kg	Energy feed unit
<i>Camphorosma monspeliaca</i> L., <i>agrestic</i>	0.141	0.040	0.254	0.365	0.842
<i>Krascheninnikovia ewersmanniana</i> (Stschegl. ex Losinsk.), variety <i>Tulkin</i>	0.140	0.014	0.248	0.419	0.842
<i>Salsola Paletziana</i> Litw, <i>agrestic</i>	0.128	0.012	0.162	0.421	0.802
<i>Halothamnus subaphyllus</i> (C.A. Mey.) Botsch., variety <i>Zhaykhun</i>	0.130	0.013	0.206	0.430	0.825
<i>Artemisia diffusa</i> L., variety <i>Dilbar</i>	0.099	0.075	0.239	0.491	0.972
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad., variety <i>Otavnyy</i>	0.133	0.022	0.293	0.419	0.852
<i>Salsola orientalis</i> SG Gmel., variety <i>Pervenets Karnaba</i>	0.145	0.021	0.182	0.428	0.869
<i>Haloxylon aphyllum</i> (Minkw.) Iljin, variety <i>Nortuya</i>	0.122	0.015	0.151	0.467	0.845
<i>Camphorosma monspeliaca</i> L., <i>agrestic</i>	0.119	0.024	0.186	0.354	0.731
LSD <sub>05</sub>	0.003	0.003	0.018	0.01	0.017

По плану исследования в агрохимической лаборатории был проведен анализ растительных образцов исследуемых кустарников на питательную ценность и произведен расчет энергетической кормовой единицы (ЭКЕ) (таблица 5).

В результате исследований было выявлено:

1) по количеству сырого протеина в 1 кг корма выделился кустарник кейреук (0,145 кг). В сравнении с естественной растительностью пастбищ исследуемые кустарники, кроме саксаула и полыни, имеют достоверное превышение на 0,009–0,026 кг;

2) большее количество сырого жира в 1 кг кормовой массы имеет полынь (0,075 кг), меньшее – черкез Палецкого (0,012 кг), вместе с которым в пределах ошибки имеют в составе кормовой массы

сырой жир 0,014, 0,013 и 0,015 кг терескен, чогон и саксаул соответственно;

3) из всех изучаемых кормовых кустарников выделились как более мягкий корм (с низким содержанием клетчатки) саксаул (0,151 кг), как более грубый – изень, камфоросма и терескен (0,293; 0,254 и 0,248 кг соответственно);

4) по наличию в корме БЭВ (безазотистых экстрактивных веществ), основу которых составляют пентозаны, в т. ч. сахара и крахмал, все кормовые кустарники имеют достоверную положительную разницу с естественным травостоем на 0,071–0,241 кг;

5) все кормовые кустарники имеют достоверно высокий показатель ЭКЕ (энергетическая кормовая единица): 0,802–0,972, в т. ч. были выделены наибо-

лее энергоемкие растения: полынью развесистая сорта Дилбар (0,972 ЭКЕ) и кейреук сорта Первенец Карнаба (0,869 ЭКЕ).

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В итоге проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. В современных условиях повышения аридности климата на светло-каштановых слабощелочных почвах с низким уровнем плодородия все изучаемые растения имели высший балл (5) зимостойкости, отличное состояние посевов (5 баллов) и отсутствие повреждений вредителями и болезнями.

2. Изучаемые растения, имея одинаковый фенологический спектр (200–230 дней), долго набирают кормовую массу и круглый год являются источником хорошо поедаемого корма.

3. Отмечена высокая засухоустойчивость растений питомника, поскольку весь весенне-летний период все виды коллекции имели очень слабую реакцию на засуху (1 балл), и только к сентябрю у всех растений отмечалось пожелтение прикорневых и нижних стеблевых листьев (3 балла).

4. На второй год вегетации высота растений составила 0,82–1,29 м, в т. ч. были отмечены наиболее высокорослые растения, такие как черкез, чогон и изень, которые имели высоту надземной части 1,14–1,29 м, что будет способствовать задержанию снега на пастбище.

5. На второй год вегетации высота надземной части саксаула черного и полыни развесистой увеличилась в 2 раза, а такие кустарники, как камфоросма, терескен, черкез, чогон, изень и кейреук, две трети роста достигают в первый год вегетации;

6. Во второй год жизни все кустарники увеличили свою зеленую массу в среднем в 2–5 раз, наиболее урожайными были изень, чогон и кейреук – 38,7, 25,0, 32,7 т/га соответственно, меньшую массу (5,7 т/га) за вегетацию нарастил саксаул черный.

7. Все кормовые кустарники имеют достоверно высокий показатель ЭКЕ (0,802–0,972), в т. ч. были выделены наиболее энергоемкие растения: полынью развесистая сорта Дилбар (0,972 ЭКЕ) и кейреук сорта Первенец Карнаба (0,869 ЭКЕ).

#### Библиографический список

- Кулик К. Н. К 30-летию Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 1 (74). С. 5–12.
- Tumanyan A. F., Khairova N. I., Vvedenskiy V. V., Tyutyuma N. V., Bulahtina G. K. Demutation of Arid Pastures Different in Degree of Pasqual Digression in Isolation from Grazing // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. Vol. 10. No. 12. Pp. 3198–3200.
- Кулик К. Н., Петров В. И., Юферев В. Г., Ткаченко Н. А., Шинкаренко С. С. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 16–24. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10091.
- Дорошенко В. В. Об опустынивании на Юге России // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 10-1. С. 114–117. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-10-1-114-117.
- Дорошенко В. В. Геоинформационный анализ развития процессов опустынивания в Ставропольском крае // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3 (118). С. 31–36.
- Шакенова Ж. К. Опустынивание – проблема Казахстана // Colloquium-journal. 2019. № 9 (33). С. 30–31. DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10218.
- Шинкаренко С. С., Барталев С. А. Последствия пыльных бурь на юге европейской части России в сентябре-октябре 2020 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 17. № 7. С. 270–275.
- Кульжанова С. Н., Байдюсен А. А., Ботабекова Б. Т., Жумадилова Н. Б., Кенжегулова С. О. Особенности влияния антропогенных факторов на степные растения и их трансформация // Кормопроизводство. 2017. № 7. С. 7–12.
- Золотов Д. В., Черных Д. В., Бирюков Р. Ю., Першин Д. К., Малыгина Н. С., Грибков А. В. Изменение землепользования в Алтайском крае: проблемы и перспективы достижения Нейтрального Баланса Дegrадации Земель // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 25–33. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10092.
- Бобушев Т. С., Султаналиев К. Э. Оценка и адаптация подхода НБДЗ к классификации земельных ресурсов в Кыргызской Республике // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 43–47. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10094.
- Дедова Э. Б., Гольдварг Б. А., Цаган-Манджиев Н. Л. Дegrаdация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 63–71.
- Бананова В. А., Лазарева В. Г., Менкеев В. С-Г. Процессы опустынивания растительного покрова Северо-Западного Прикаспия и пути его восстановления // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2019. № 1 (38). С. 14–16. DOI: 10.24411/2071-7830-2019-1000410004.
- Сеиткаримов А., Еспанов А., Паржанов Ж. А., Сартаев А. Формирование, изучение и использование генофонда аридных культур // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 4 (14). С. 14–23.

14. Булахтина Г. К., Кудряшова Н. И., Подопригоров Ю. Н. Исследование адаптивного потенциала кормовых кустарников для создания зоомелиоративных насаждений в полупустынных пастбищных экосистемах // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 135–144. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-13.

15. Булахтина Г. К., Подопригоров Ю. Н., Хюпинин А. А. Результаты исследований различных приемов создания кормовых угодий в аридном регионе Северного Прикаспия // Аграрный вестник Урала. 2021. № 6 (209). С. 2–12. DOI: 10.32417/199-4868-2021-209-06-2-11.

16. Булахтина Г. К. Изучение адаптивного потенциала кормовых кустарниковых растений для использования в восстановлении деградированных полупустынных пастбищных экосистем // Аграрный вестник Урала. 2022. № 01 (216). С. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-2-11.

17. Подопригоров Ю. Н., Хюпинин А. А. Выращивание посадочного материала джужгуна безлистного в Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 32–36. DOI: 10.28983/asj.y2022i7pp32-36.

18. Кирилов М. П., Махаев Е. А., Первов Н. Г., Пузанова В. В., Аникин А. С. Методика расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ (для крупного рогатого скота, овец и свиней) [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293764/4293764645.htm> (дата обращения: 25.10.2022).

#### Об авторе:

Галина Константиновна Булахтина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом рационального природопользования, ORCID 0000-0001-8949-8666, AuthorID 861367; +7 927 553-28-22, [gbulaht@mail.ru](mailto:gbulaht@mail.ru)

<sup>1</sup> Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, Солёное Займище, Россия

## Selection of fodder shrubs for the restoration of degraded semi-desert pasture ecosystems

G. K. Bulakhtina<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche, Russia

✉ E-mail: [gbulaht@mail.ru](mailto:gbulaht@mail.ru)

**Abstract.** The purpose. the study is aimed at the introduction and adaptive assessment of perennial fodder plants from the collection of the Uzbek Research Institute of Karakul Breeding and Desert Ecology for use in the restoration of arid degraded pasture ecosystems in the semi-desert zone of southern Russia. **Methods.** An assessment was made of adaptive capabilities, including: response to drought, frost resistance, productivity, nutritional value of fodder shrubs of the families *Chenopodiaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Elaeagnaceae*, *Polygonaceae*, *Asteraceae* from the collection of the Uzbek Research Institute astrakhan breeding and desert ecology in modern conditions of climate aridization on light chestnut soils of the Astrakhan region. **Results.** The studies were carried out in arid climatic conditions on infertile soils (humus content – 0.91–1.2 %). In the second year of vegetation, the plant height was 0.82–1.29 m, which will contribute to the retention of snow on the pasture. All studied fodder shrubs had a significantly high energy feed unit index – 0.802–0.972 and a green mass yield of 5.7–38.7 t/ha, respectively, a smaller weight (5.7 t/ha) during the growing season was increased by *Haloxylon aphyllum*. **Scientific novelty.** All the studied introduced shrubs showed a high adaptive life potential in the arid semi-desert conditions of the study region, including high drought resistance, undemanding soil fertility, a long growing season (200–230 days) and high energy capacity, which exceeded the energy feed unit of the natural grass stand by 0.07–0.24. The use of these shrubs in the restoration of degraded pastures will increase their species diversity, productivity and nutritional value. All this will make it possible not only to increase the fodder capacity of reclaimed pastures, but also to improve their reclamation state, due to snow retention.

**Keywords:** desertification, semi-desert pasture ecosystems, fodder shrubs, nutritional value, productivity.

**For citation:** Bulakhtina G. K. Podbor kormovykh kustarnikov dlya restavratsii degradirovannykh polupustynnykh pastbishchnykh ekosistem [Selection of fodder shrubs for the restoration of degraded semi-desert pasture ecosystems] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 05 (234). Pp. 2–13. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-234-05-2-13. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 27.01.2023, **date of review:** 14.02.2023, **date of acceptance:** 20.02.2023.

## References

1. Kulik K. N. K 30-letiyu General'noy skhemy po bor'be s opustynivaniem Chernykh zemel' i Kizlyarskikh pastbishch [To the 30th anniversary of the General Scheme to Combat Desertification of the Black Lands and Kizlyar Pastures] // *Arid Ecosystems*. 2018. T. 24. No. 1 (74). Pp. 5–12. (In Russian.)
2. Tumanyan A. F., Khairova N. I., Vvedenskiy V. V., Tyutyuma N. V., Bulahtina G. K. Demutation of Arid Pastures Different in Degree of Pasqual Digression in Isolation from Grazing // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018. Vol. 10. No. 12. Pp. 3198–3200.
3. Kulik K. N., Petrov V. I., Yuferev V. G., Tkachenko N. A., Shinkarenko S. S. Geoinformatsionnyy analiz opustynivaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Geoinformation analysis of desertification in the North-Western Caspian region] // *Arid Ecosystems*. 2020. Vol. 26. No. 2 (83). Pp. 16–24. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10091. (In Russian.)
4. Doroshenko V. V. Ob opustynivanii na Yuge Rossii [About desertification in the South of Russia] // *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2022. No. 10-1. Pp. 114–117. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-10-1-114-117. (In Russian.)
5. Doroshenko V. V. Geoinformatsionnyy analiz razvitiya protsessov opustynivaniya v Stavropol'skom krae [Geoinformation analysis of the development of desertification processes in the Stavropol Territory] // *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*. 2022. No. 3 (118). Pp. 31–36. (In Russian.)
6. Shakenova Zh. K. Opustynivanie – problema Kazakhstana [Desertification is a problem in Kazakhstan] // *Colloquium-journal*. 2019. No. 9 (33). Pp. 30–31. DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10218. (In Russian.)
7. Shinkarenko S. S., Bartalev S. A. Posledstviya pyl'nykh bur' na yuge evropeyskoy chasti Rossii v sentyabre-oktyabre 2020 g. [Consequences of dust storms in the south of the European part of Russia in September-October 2020] // *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2021. Vol. 17. No. 7. Pp. 270–275. (In Russian.)
8. Kul'zhanova S. N., Baydyusen A. A., Botabekova B. T., Zhumadilova N. B., Kenzhegulova S. O. Osobennosti vliyaniya antropogennykh faktorov na stepnye rasteniya i ikh transformatsiya [Features of the influence of anthropogenic factors on steppe plants and their transformation] // *Kormoproizvodstvo*. 2017. No. 7. Pp. 7–12. (In Russian.)
9. Zolotov D. V., Chernykh D. V., Biryukov R. Yu., Pershin D. K., Malygina N. S., Gribkov A. V. Izmenenie zemlepol'zovaniya v Altayskom krae: problemy i perspektivy dostizheniya Neytral'nogo Balansa Degradatsii Zemel' [Land use change in the Altai Territory: problems and prospects for achieving the Neutral Balance of Land Degradation] // *Arid Ecosystems*. 2020. Vol. 26. No. 2 (83). Pp. 25–33. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10092. (In Russian.)
10. Bobushev T. S., Sultanaliev K. E. Otsenka i adaptatsiya podkhoda NBDZ k klassifikatsii zemel'nykh resursov v Kyrgyzskoy Respublike [Assessment and adaptation of the NBDZ approach to the classification of land resources in the Kyrgyz Republic] // *Arid Ecosystems*. 2020. Vol. 26. No. 2 (83). Pp. 43–47. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10094. (In Russian.)
11. Dedova E. B., Gol'dvarg B. A., Tsagan-Mandzhiev N. L. Degradatsiya zemel' Respubliki Kalmykiya: problemy i puti ikh vosstanovleniya [Land degradation of the Republic of Kalmykia: problems and ways of their restoration] // *Arid Ecosystems*. 2020. Vol. 26. No. 2 (83). Pp. 63–71. (In Russian.)
12. Bananova V. A., Lazareva V. G., Menkeev V. S.-G. Protsessy opustynivaniya rastitel'nogo pokrova Severo-Zapadnogo Prikaspiya i puti ego vosstanovleniya [The processes of desertification of the vegetation cover of the North-Western Caspian region and ways of its restoration] // *Vestnik Instituta kompleksnykh issledovaniy aridnykh territoriy*. 2019. No. 1 (38). Pp. 14–16. DOI: 10.24411/2071-7830-2019-1000410004. (In Russian.)
13. Seitkarimov A., Espanov A., Parzhanov Zh. A., Sartaeov A. Formirovanie, izuchenie i ispol'zovanie genofonda aridnykh ku'tur [Formation, study and use of the gene pool of arid crops] // *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*. 2021. No. 4 (14). Pp. 14–23. (In Russian.)
14. Bulakhtina G. K., Kudryashova N. I., Podoprigrorov Yu. N. Issledovanie adaptivnogo potentsiala kormovykh kustarnikov dlya sozdaniya zoomeliorativnykh nasazhdeniy v polupustynnykh pastbishchnykh ekosistemakh [Study of the adaptive potential of fodder shrubs for the creation of zoo-meliorative plantations in semi-desert pasture ecosystems] // *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2021. No. 1 (61). Pp. 135–144. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-13. (In Russian.)
15. Bulakhtina G. K., Podoprigrorov Yu. N., Khyupinin A. A. Rezul'taty issledovaniy razlichnykh priemov sozdaniya kormovykh ugodiy v aridnom regione Severnogo Prikaspiya [The results of research on various methods of creating fodder lands in the arid region of the Northern Caspian Sea] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. No. 6 (209). Pp. 2–12. DOI: 10.32417/199-4868-2021-209-06-2-11. (In Russian.)
16. Bulakhtina G. K. Izuchenie adaptivnogo potentsiala kormovykh kustarnikov dlya ispol'zovaniya v vosstanovlenii degradirovannykh polupustynnykh pastbishchnykh ekosistem [Study of the adaptive potential

of forage shrubs for use in the restoration of degraded semi-desert pasture ecosystems] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 01 (216). Pp. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-2-11. (In Russian.)

17. Podoprigorov Yu. N., Khyupinin A. A. Vyrashchivanie posadochnogo materiala dzhuzguna bezlistnogo v Astrakhanskoj oblasti [Cultivation of planting material of leafless dzhuzgun in the Astrakhan region] // Agrarian Scientific Journal. 2022. No. 7. Pp. 32–36. DOI: 10.28983/asj.y2022i7pp32-36. (In Russian.)

18. Kirilov M. P., Makhaev E. A., Pervov N. G., Puzanova V. V., Anikin A. S. Metodika rascheta obmennoj energii v kormakh na osnovesoderzhaniya syrykh pitatel'nykh veshchestv (dlya krupnogo rogatogo skota, ovets i sviney) [Method for calculating the exchange energy in feed based on raw nutrient content (for cattle, sheep and pigs)] [e-resource]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293764/4293764645.htm> (date of reference: 25.10.2022). (In Russian.)

**Author's information:**

Galina K. Bulakhtina<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, head of the department of environmental management, ORCID 0000-0001-8949-8666, AuthorID 861367; +7 927 553-28-22, [gbulaht@mail.ru](mailto:gbulaht@mail.ru)

<sup>1</sup>Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche, Russia