

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 631.61

doi: 10.31774/2712-9357-2025-15-2-319-333

Разработка технологического приема по подбору состава поликомпонентных агрофитоценозов в почвенно-климатических условиях Астраханской области

Галина Константиновна Булахтина¹, Наталья Владимировна Тютюма²

^{1, 2}Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук,
Солёное Займище, Российская Федерация

¹gbulaht@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8949-8666>

²pniiiaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6582-2628>

Аннотация. Цель: разработка технологического приема по подбору состава поликомпонентных агрофитоценозов в условиях аридного климата на светло-каштановых почвах Астраханской области. **Материалы и методы.** В период 2019–2023 гг. в Черноярском районе Астраханской области на участках естественных пастбищ с очень высокой степенью деградации сотрудниками отдела рационального природопользования был проведен полевой опыт по разработке технологического приема по подбору состава поликомпонентных агрофитоценозов. Опыт имел четыре варианта: весенне-летнее пастбище (кулисы из джужгуна безлистного и посев в междурядье – житняк гребневидный, прутняк простертый и камфоросма монпельйская); осенне-зимнее пастбище (кулисы из терескена серого, в междурядье – житняк, прутняк, камфоросма, солянка восточная, солянка малолистная); круглогодичное пастбище (кулисы из терескена, в междурядье – житняк, прутняк, камфоросма, солянка восточная, солянка малолистная, солянка Палецкого); контроль – естественное пастбище. Программа опыта составлялась по «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова (1985), расчет энергетической кормовой единицы (ЭКЕ) в кормовой массе – по методике федерального исследовательского центра животноводства ВИЖ им. Л. К. Эрнста, расчет нормы нагрузки сельскохозяйственных животных на пастбища – с использованием методических указаний А. А. Кутузовой и др. (1995). **Результаты.** Все созданные агрофитоценозы по продуктивности превосходили естественное пастбище (контроль) с первого года вегетации (сентябрь) в 2,8–3,8, а к пятому году – в среднем в 20 раз. Количество ЭКЕ в 1 кг пастбищного корма агрофитоценозов превышало контроль в среднем с первого года – в 3,5 раза, к пятому году – в 14 раз. **Выводы.** Входящие в состав агрофитоценозов различные жизненные формы растений, в т. ч. травы, полукустарники и кустарники, позволили растениям наиболее полно освоить среду обитания и произвести сбор большего количества обменной энергии (в 5–6 раз) и обеспечить увеличение выхода животноводческой продукции с единицы площади.

Ключевые слова: деградация, поликомпонентный агрофитоценоз, аридные климатические условия, пастбище, урожайность, полукустарники, кустарники

Для цитирования: Булахтина Г. К., Тютюма Н. В. Разработка технологического приема по подбору состава поликомпонентных агрофитоценозов в почвенно-климатических условиях Астраханской области // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 2. С. 319–333. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-2-319-333>.



GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

Development of a technological method for selecting the composition of multicomponent agrophytocenoses in the soil and climatic conditions of the Astrakhan region

Galina K. Bulakhtina¹, Natalia V. Tyutyuma²

^{1,2}Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoye Zaymishche, Russian Federation

¹gbulaht@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8949-8666>

²pniiiaz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6582-2628>

Abstract. Purpose: to develop a technological method for selecting the composition of multicomponent agrophytocenoses in an arid climate on light chestnut soils of the Astrakhan region. **Materials and methods.** The field experiment on a technological method development for selecting the composition of multicomponent agrophytocenoses was conducted by employees of the department of sustainable use of natural resources on natural pastures with a very high degree of degradation in the Chernoyarsk district Astrakhan region in the period 2019–2023. The experiment had four options: spring-summer pasture (belt of Leafless Calligonum trees and interseeding – Crested Wheatgrass, Forage Kochia and Montpellier Camphor-Fume); autumn-winter pasture (belt of Eurotia, in row-spacing – Wheatgrass, Kochia, Camphor-Fume, Oriental Saltwort, Shogon); all-year pasture (belt of Eurotia, in row-spacing – Wheatgrass, Kochia, Camphor-Fume, Oriental Saltwort, Shogon, Paletsky Saltwort); control – natural pasture. The experimental program was compiled according to the “Methodology of field experiment” by B. A. Dospekhov (1985); the calculation of the energetic feed unit (EFU) in the forage mass was performed according to the methodology of the L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, the calculation of the norm of the load of farm animals on pastures was performed by the A. A. Kutuzov and et al. methodological guidelines (1995). **Results.** All created agrophytocenoses exceeded the productivity of the natural pasture (control) by 2.8–3.8 from the first year of vegetation (September), and by the fifth year – by an average of 20 times. The amount of EFU in 1 kg of pasture fodder of agrophytocenoses exceeded the control on average by 3.5 times from the first year and by the fifth year – by 14 times. **Conclusions.** Various life forms of plants in the agrophytocenoses, including grasses, sub-shrubs and shrubs, allowed plants to most fully master the habitat and collect a greater amount of exchange energy (5–6 times) and ensure an increase in the livestock output per unit area.

Keywords: degradation, multicomponent agrophytocenosis, arid climatic conditions, pasture, productivity, sub-shrubs, shrubs

For citation: Bulakhtina G. K., Tyutyuma N. V. Development of a technological method for selecting the composition of multicomponent agrophytocenoses in the soil and climatic conditions of the Astrakhan region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2025;15(2):319–333. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-2-319-333>.

Введение. В Астраханской области площадь пастбищ и сенокосов составляет в среднем 90 % от площади сельскохозяйственных угодий. В общем объеме производства продукции по России здесь производится 14–15 % мяса баранины и 20 % шерсти. В настоящее время баранина в Ас-

траханской области является самой выгодной мясной продукцией животноводства, поскольку очень востребованна в странах Ближнего Востока (Иран, Ирак). При этом круглогодичное содержание овец на аридных пастбищах имеет очень низкие затраты. Дешевый подножный корм в рационе пастбищного скота по региону доходит по удельному весу до 75–85 %. В результате нерациональное интенсивное ведение пастбищного животноводства привело к дигрессии степных фитоценозов и развитию процессов опустынивания [1]. Серьезным экологическим бедствием для Республики Калмыкия и Астраханской области, по данным академика РАН К. Н. Кулика, стали в настоящее время пыльные бури [2].

Данные проблемы характерны не только для России, но и для всех стран с аридным климатом [3, 4].

Все вышеизложенное выдвигает на первый план основную задачу перед животноводами не только Астраханской области, но и других регионов, подверженных опустыниванию – разработку способов восстановления пастбищных участков с высокой и очень высокой степенью деградации и участков со скальпированным в результате перевыпаса почвенным покровом.

Цель исследования – разработать технологический прием по подбору состава поликомпонентных агрофитоценозов в условиях аридного климата на светло-каштановых почвах Астраханской области.

Материалы и методы. Астраханская область, расположенная в Прикаспийской низменности, находится в двух природных зонах – полупустынной и пустынной. Это регион аридного климата, где в период вегетации растений испаряемость в два раза превышает сумму осадков, а летний период отличается наличием воздушной и почвенной засухи. Количество дней с суховеями достигает 25 % от всего вегетационного периода.

Рельеф опытного участка выровненный, с микрозападинами до 0,25 м. Почвы светло-каштановые суглинистые незасоленные, содержание гумуса – 0,8–1,0 %.

Задачи исследования:

- разработать составы сезонных поликомпонентных агрофитоценозов (весенне-летний, осенне-зимний, круглогодовой) с использованием аридных растений различных жизненных форм (травы, полукустарники, кустарники);
- провести анализ динамики урожайности опытных фитоценозов в сравнении с контролем (естественным пастбищем);
- определить питательную ценность агрофитоценозов по годам исследования;
- выявить количество обменной энергии, полученной на поликомпонентных агрофитоценозах в сравнении с естественным пастбищем;
- определить емкость и оптимальную нагрузку на фитоценозы по вариантам опыта.

Саженцы джужгуна были выращены на поливном участке. Высадка саженцев проводилась в октябре, после выпадения осадков, высев остальных растений на опытных участках – в третьей декаде ноября, после сбора семян полукустарников в питомнике интродукции полупустынных растений ФГБНУ «ПАФНЦ РАН».

Основной выпад после всходов растений происходил в первый год вегетации. Сохранность в первый год жизни составила в среднем у житняка – 58,0 %, у прутняка – 22,0 %, у камфоросмы – 32,0 %, у солянок – 17,0–26,0 %, терескена – 43,4 %, джужгуна – 90,8 %.

Высев свежесобранными семенами обоснован их максимальной всхожестью, по данным многих исследований, в том числе Н. Т. Нечаевой на пустынных растениях, Э. З. Шамсутдиновой на кормовых галофитах, С. Н. Опариной на *Chenopodium aristatum* L. и др. [13–15].

Контрольный участок (полупустынное естественное пастбище) имел растительный покров, типичный для подзоны, и был представлен полынно-пижмово-разнотравной ассоциацией с эфемерами (бурачком, мортуком, эбе-

леком) и эфемероидами (мятником луковичным, гусиным луком). Растительный покров отличался очень бедным ботаническим составом (12–15 видов) и был сильно сбит. Проектное покрытие не превышало 25–30 %.

Глубина заделки семян: полукустарников и кустарников – 0,5–1,0 см, житняка – 1,0–3,0 см, джужгун высаживался однолетними саженцами в один ряд через 1,0 м. Площадь делянки под один вариант: общая – 300 м², учетная – 240 м². Полевой опыт имел систематическое последовательное размещение вариантов в трехкратной повторности. Общая площадь под опытом – 2700 м² (300 м² × 3 повторности × 3 варианта).

Разработка, проведение опыта и математическая обработка полученных данных проводилась по «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова (1985)¹, расчет обменной энергии и энергетической кормовой единицы (ЭКЕ) в кормовой массе – по методике ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста², расчет нормы нагрузки сельскохозяйственных животных на пастбища – с использованием методических указаний Кутузовой А. А. и др. (1995)³. Математическая обработка полученных данных проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

В наших разработках поликомпонентные фитоценозы включали ряды зоомелиоративных насаждений (кулисы) и посев в междурядьях смеси житняка и полукустарников. Зоомелиоративные насаждения в виде кулис, которые мы включили в состав поливидовых агрофитоценозов, имели такие мелиоративные функции, как: снегозадержание, сохранение и увеличение продуктивных запасов влаги и гумуса в почве, защита фитоценоза от

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер. М.: Альянс, 2011. 351 с.

²Методика расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ (для крупного рогатого скота, овец и свиней) [Электронный ресурс] / М. П. Кирилов, Е. А. Махаев, Н. Г. Первов, В. В. Пузанова, А. С. Аникин. 2008. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293764/4293764645.htm> (дата обращения 25.04.2025).

³Кутузова А. А., Зотов А. А., Трофимов И. А. Нормы нагрузки пастбищ Прикаспийского региона: практ. рук. М.: Центр науч.-техн. информ., пропаганды и рекламы, 1995. 23 с.

ветра и пыли, поэтому их располагали в направлении север – юг перпендикулярно господствующим ветрам.

Исследования по определению мелиоративного влияния защитных насаждений на прилегающие агроландшафты и естественные пастбища проводили многие ученые-лесомелиораторы [5–10]. В Астраханской области на светло-каштановых землях К. Н. Куликом, Г. К. Булахтиной и Н. А. Тютюма (2020) были получены результаты мелиоративного влияния защитных лесных насаждений (ЗЛН) из тамарикса и терескена на естественные полупустынные пастбища. Было выявлено, что такие защитные кулисы снижают скорость воздушного потока в среднем в 5 раз, сохраняют продуктивную влажность в почве в самих кулисах в течение всего вегетационного периода, увеличивают накопление гумуса под насаждениями и высоту снежного покрова в 2–2,5 раза в сравнении с открытыми участками степи [11, 12].

Результаты и обсуждение. Полевой опыт по разработке технологического приема по подбору состава поликомпонентных агрофитоценозов проводился в период 2019–2023 гг. в Черноярском районе Астраханской области на участках естественных пастбищ с очень высокой степенью деградации сотрудниками отдела рационального природопользования ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» и имел четыре варианта:

1-й вариант (весенне-летнее пастбище): зоомелиоративные насаждения (кулисы) из джужгуна безлистного с междурядьем 3,0 м. Посев в междурядья смеси житняка гребневидного (40 %), прутняка простертого (30 %) и камфоросмы монпельйской (30 %);

2-й вариант (осенне-зимнее пастбище): зоомелиоративные насаждения (кулисы) из терескена серого с междурядьем 3,0 м. Посев в междурядья смеси житняка гребневидного (10 %), прутняка простертого (20 %), камфоросмы монпельйской (20 %), солянки восточной (25 %) и солянки малолистной (25 %);

3-й вариант (круглогодное пастбище): зоомелиоративные насаждения из терескена серого с междурядьем 3,0 м. Посев в междурядья житняка гребневидного (15 %), прутняка простертого (20 %), камфоросмы монпельской (20 %), солянки восточной (15%), солянки малолистной (15 %) и солянки Палецкого (15 %);

4-й вариант – естественное пастбище (контроль).

Разрабатываемый нами технологический прием – состав пастбищных фитоценозов – основывался на его сезонном использовании, и соответственно, подбирались растения с высокой продуктивностью, питательной ценностью, высоким жизненным потенциалом, т. е. способные выживать в критических условиях аридного региона и удовлетворять основные потребности животных.

По плану исследования каждый год проводилось определение урожайности фитоценозов по вариантам опыта (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность (воздушно-сухая кормовая масса, т/га) поликомпонентных агрофитоценозов по годам вегетации в сравнении с естественным пастбищем (контроль)

Table 1 – Productivity (air-dry forage mass, t/ha) of multicomponent agrophytocenoses by years of vegetation in comparison with natural pasture (control)

Вариант опыта	Год вегетации										В среднем за 2019– 2023 гг.	
	1-й год (2019)		2-й год (2020)		3-й год (2021)		4-й год (2022)		5-й год (2023)			
	Месяц											
	V	IX	V	IX	V	IX	V	IX	V	IX	V	IX
Весенне- летний тип	<u>0,54</u> –0,1	<u>1,43</u> +0,9	<u>2,18</u> +1,6	<u>2,43</u> +2,0	<u>3,21</u> +2,6	<u>3,41</u> +2,9	<u>3,45</u> +2,9	<u>3,76</u> +3,3	<u>2,84</u> +2,4	<u>3,05</u> +2,8	<u>2,44</u> +1,9	<u>2,82</u> +2,4
Осенне- зимний тип	<u>0,42</u> –0,2	<u>1,99</u> +1,5	<u>1,93</u> +1,3	<u>3,4</u> +3,0	<u>2,4</u> +1,7	<u>4,09</u> +3,6	<u>2,58</u> +2,1	<u>4,22</u> +3,8	<u>2,24</u> +1,9	<u>3,72</u> +3,6	<u>1,91</u> +1,3	<u>3,48</u> +3,0
Круглогод- овой тип	<u>0,53</u> –0,1	<u>1,96</u> +1,4	<u>1,96</u> +1,3	<u>3,51</u> +3,1	<u>2,38</u> +1,7	<u>4,34</u> +3,8	<u>2,70</u> +2,2	<u>4,67</u> +4,2	<u>2,27</u> +1,9	<u>3,94</u> +3,7	<u>1,97</u> +1,4	<u>3,68</u> +3,2
Естественное пастбище (контроль)	0,63	0,52	0,61	0,45	0,66	0,48	0,52	0,39	0,38	0,17	0,56	0,40
НСР ₀₅ , т/га	0,01	0,08	0,05	0,12	0,11	0,02	0,12	0,05	0,24	0,07		
Примечание – В числителе – данные по урожайности, т/га; в знаменателе – прибавка урожая от контроля, т/га.												

Анализ полученных данных за пять лет исследования показал следующее (таблица 1):

- все созданные агрофитоценозы превосходили естественное пастбище (контроль) с первого года вегетации (сентябрь) в 2,8–3,8, к пятому году – в среднем в 20 раз, что доказано математическим анализом данных;

- весенне-летний тип агрофитоценоза производил в весенний период (май) по годам кормовой массы в сухом веществе больше, в среднем на 0,53 т/га осенне-зимнего типа и на 0,48 т/га круглогодогового типа агрофитоценозов;

- урожайность круглогодогового типа агрофитоценоза в осенний период (сентябрь) превышала остальные варианты по годам вегетации в среднем на 0,95 т/га весенне-летний и на 0,26 т/га осеннее-зимний агрофитоценозы.

Определение энергетической кормовой единицы (ЭКЕ) травостоя пастбищ по вариантам опыта проводился в весенний период (май) и осенний период (сентябрь) (таблица 2).

Таблица 2 – Питательная ценность (воздушно-сухой кормовой массы, т/га ЭКЕ) поликомпонентных агрофитоценозов по годам вегетации в сравнении с естественным пастбищем (контроль)

Table 2 – Nutrient value (air-dry forage mass, t/ha EFU) of multi-component agrophytocenoses by years of vegetation in comparison with natural pasture (control)

Вариант опыта	Год вегетации									
	1-й год (2019)		2-й год (2020)		3-й год (2021)		4-й год (2022)		5-й год (2023)	
	Месяц									
	V	IX	V	IX	V	IX	V	IX	V	IX
Весенне-летний тип	<u>0,34</u> –0,12	<u>0,86</u> +0,4	<u>1,45</u> +1,0	<u>1,70</u> +1,3	<u>2,18</u> +1,7	<u>2,43</u> +2,1	<u>2,35</u> +1,9	<u>2,67</u> +2,3	<u>1,96</u> +1,6	<u>2,19</u> +2,1
Осенне-зимний тип	<u>0,31</u> –0,15	<u>1,42</u> +1,0	<u>1,44</u> +1,0	<u>2,71</u> +2,3	<u>1,83</u> +1,3	<u>3,27</u> +2,9	<u>1,97</u> +1,5	<u>3,38</u> +3,1	<u>1,73</u> +1,4	<u>3,00</u> +2,8
Круглогодовой тип	<u>0,38</u> –0,08	<u>1,44</u> +1,1	<u>1,51</u> +1,1	<u>2,85</u> +2,5	<u>1,87</u> +1,4	<u>3,52</u> +3,1	<u>2,13</u> +1,8	<u>3,79</u> +3,5	<u>1,80</u> +1,5	<u>3,23</u> +3,1
Естественное паст- бище (контроль)	0,46	0,38	0,45	0,33	0,48	0,35	0,38	0,29	0,28	0,12
НСР ₀₅	0,02	0,06	0,09	0,03	0,07	0,05	0,09	0,08	0,07	0,08
Примечание – В числителе – данные по ЭКЕ, т/га; в знаменателе – сравнение с контролем, т/га.										

Анализ данных таблицы 2 выявил следующее:

- с первого года вегетации (осень) агрофитоценозы стали превосходить контроль в среднем в 3,5 раза, а к пятому году – в 14 раз;
- во второй год вегетации в мае опытные агрофитоценозы имели разность по питательности в пределах ошибки, т. е. почти не различались между собой, поскольку вклад джужгуна в общую урожайность весенне-летнего типа пастбища был существенно ниже других вариантов;
- весенне-летний тип агрофитоценоза, начиная с третьего года вегетации, в мае имел питательную ценность достоверно выше остальных вариантов в среднем на 15 % (осенне-зимний тип) и на 11 % (круглогодовой тип);
- осенне-зимний и круглогодовой типы агрофитоценозов уже с первого года вегетации к сентябрю превосходили по питательности не только контрольный вариант, но и весенне-летний, поскольку солянки, начиная вегетировать позже других интродуцентов и житняка, в течение лета быстро набирали кормовую массу, которая к сентябрю имела наибольший показатель;
- круглогодовой тип агрофитоценоза с первого года вегетации и за весь период исследования в осенний период превосходил по питательности все варианты опыта в среднем: весенне-летний тип – на 40 %, осенне-зимний тип – на 7 %, контроль – в 10 раз, поскольку в его состав была включена солянка восточная, которая имеет самый высокий показатель ЭКЕ – 0,871.

Основная функция созданных поликомпонентных агрофитоценозов – это использование в качестве высокопродуктивных и высокопитательных кормовых угодий для выпаса скота. Данные таблицы 3 показывают, что созданные опытные агрофитоценозы с различным соотношением в составе житняка, полукустарников и кустарников, типичных для данной зоны, по сбору обменной энергии (ОЭ) превосходили естественное деградированное пастбище в 5,2 (весенне-летний тип), в 6,0 (осенне-зимний тип) и в 6,4 раза (круглогодовой тип).

Таблица 3 – Сбор обменной энергии (ОЭ) на созданных поликомпонентных агрофитоценозах в сравнении с естественным пастбищем (контроль)

Table 3 – Collection of exchangeable energy (EE) in created multicomponent agrophytocenoses in comparison with natural pasture (control)

Тип агрофитоценоза	Сухая кормовая масса, средняя за 5 лет, т/га	Питательная ценность, средняя за 5 лет, т/га ЭКЕ	Сбор энергии, МДж/га ОЭ
Весенне-летний	2,63	1,81	$\frac{18100}{+14600}$
Осенне-зимний	2,70	2,11	$\frac{21100}{+17600}$
Круглогодовой	2,83	2,25	$\frac{22500}{+19000}$
Естественное пастбище (контроль)	0,48	0,35	3500
Примечание – В числителе – данные по ОЭ, МДж/га; в знаменателе – прибавка от контроля, МДж/га.			

Полученные результаты по сбору энергии позволили нам определить емкость и нормы нагрузки на опытные агрофитоценозы (таблица 4). Для сохранения продуктивности пастбищного фитоценоза и его долголетия, необходимо рациональное его использование, что включает не только применение системы пастбищеоборотов, но и критерий отчуждения пастбищной растительной массы, которая не может превышать 70 % (или коэффициент допустимого использования – 0,7) всей продуцируемой годичной надземной фитомассы для аридного региона [16].

Применяя коэффициент допустимого использования и суточную потребность овец в корме, мы определили емкость и норму нагрузки на пастбищные фитоценозы, которые не нарушат процесс нормального развития и самовозобновления фитомассы.

Результаты расчетов показали, что созданные поливидовые агрофитоценозы превзошли естественную пастбищную экосистему в 5,4–6,8 раза по емкости и допустимой нагрузке, что соответственно может обеспечить увеличение выхода животноводческой продукции с единицы площади.

**Таблица 4 – Емкость и нагрузка созданных типов пастбищ
в сравнении с естественным фитоценозом**

**Table 4 – Capacity and load of created types of pastures
in comparison with natural phytocenosis**

Созданный тип пастбища	Сбор энергии, МДж/га ОЭ	Суточная потребность овец в корме, МДж/гол.	Коэффициент допустимого использования (Кд)	Емкость 1 га пастбища, гол.-дней	Продолжительность выпаса, дней	Норма нагрузки на пастбище, гол./га
Весенне-летний	18100	17,1	0,7	741	270	$\frac{2,7}{5,4}$
Осенне-зимний	21100	17,1	0,7	864	270	$\frac{3,2}{6,4}$
Круглогодовой	22500	17,1	0,7	921	270	$\frac{3,4}{6,8}$
Естественное пастбище (контроль)	3500	17,1	0,7	143	270	0,5
Примечание – В числителе – данные по норме нагрузки, гол./га; в знаменателе – увеличение в сравнении с контролем, раз.						

Выводы. Таким образом, за период 2019–2023 гг. мы разработали технологический прием по подбору состава пастбищных агрофитоценозов и, соответственно, по их сезонному использованию. Проведенные исследования позволили выявить, что все созданные агрофитоценозы по продуктивности превосходили естественное пастбище (контроль) с первого года вегетации (сентябрь) в 2,8–3,8, а к пятому году – в среднем в 20 раз. По количеству в 1 кг воздушно-сухого вещества пастбищного корма энергетических кормовых единиц с первого года вегетации (осень) агрофитоценозы стали превосходить контроль в среднем в 3,5 раза, а к пятому году – в 14 раз. Входящие в состав агрофитоценозов различные жизненные формы растений, в т. ч. травы, полукустарники и кустарники, позволили наиболее полно освоить растениями среду их обитания и произвести сбор большего количества обменной энергии в 5–6 раз и, соответственно, обеспечить увеличение выхода животноводческой продукции с единицы площади.

Список источников

1. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия / К. Н. Кулик, В. И. Петров, В. Г. Юферев, Н. А. Ткаченко, С. С. Шинкаренко // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26, № 2(83). С. 16–24. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10091. EDN: TJYXNB.
2. Тютюма Н. В., Булахтина Г. К., Тютюма Н. А. Антропогенный фактор опустынивания аридных территорий Астраханской области // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29, № 1(94). С. 53–58. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-53-58. EDN: PWLLCU.
3. Агипар Б., Бадамдорж Б. Экономические вопросы регулирования поголовья скота в соответствии с потенциальной нагрузкой пастбищ // Grand Altai Research & Education. 2021. № 1(14). С. 4–14. DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.001 EDN: OSSSZI.
4. Оценка способов использования пастбищ полупустынной зоны Западного Казахстана / Б. Н. Насиев, Н. Ж. Жанаталапов, А. К. Беккалиев, А. К. Беккалиева // Аграрный вестник Урала. 2021. № 11(214). С. 20–26. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-20-26. EDN: PJFFQA.
5. Макарова Н. М., Балакай Г. Т., Макаров А. В. Повышение мелиоративной роли защитных лесных насаждений на сельскохозяйственных землях юга России // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2020. № 1(37). С. 122–139. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1036> (дата обращения: 25.03.2025). DOI: 10.31774/2222-1816-2020-1-122-139. EDN: SMZVVC.
6. Кулик К. Н., Беляев А. И., Пугачева А. М. Роль защитного лесоразведения в борьбе с засухой и опустыниванием агроландшафтов // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29, № 1(94). С. 4–14. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-4-14. EDN: CSZXWA.
7. Ивонин В. М. Исследование полей мелиоративного воздействия лесохозяйственных урочищ природно-антропогенных ландшафтов // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2020. № 4(40). С. 122–144. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1163> (дата обращения: 25.03.2025). DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-122-144. EDN: XGOOZC.
8. Кулик А. В., Воронина В. П., Узолин А. И. Опыт формирования агролесомелиоративной системы на правом берегу Среднего Дона с целью повышения продуктивности агроэкосистем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 3(55). С. 142–152. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-18. EDN: DLRHSR.
9. Effect of silvopasture, paddock trees and linear agroforestry systems on agricultural productivity: A global quantitative analysis / T. P. Baker, Ja. R. England, Sh. T. Brooks, S. B. Stewart, D. Mendham // Agricultural Systems. 2025. Vol. 224. Article number: 104240. 12 p. DOI: [org/10.1016/j.agsy.2024.104240](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104240). EDN: DEMEUX.
10. The role of open woodland in mitigating microclimatic extremes in agricultural landscapes / T. P. Baker, Z. Marais, N. J. Davidson, D. Worledge, D. S. Mendham // Ecological Management & Restoration. 2021. Vol. 22(S2). P. 118–126. DOI: <https://doi.org/10.1111/emr.12466>.
11. Кулик К. Н., Булахтина Г. К., Тютюма Н. А. Изучение факторов влияния мелиоративно-кормовых лесных насаждений на аридные пастбищные экосистемы // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2021. № 2. С. 28–38. DOI: 10.21178/2079-6080.2021.2.28. EDN: FXLVJG.
12. Кулик К. Н., Булахтина Г. К., Тютюма Н. А. Сравнительная характеристика мелиоративных защитных насаждений на полупустынных пастбищах // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4(60). С. 39–47. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-03. EDN: WRQZKH.

13. Опарина С. Н. Морфологические и экофизиологические особенности генеративных диаспор *Chenopodium aristatum* L. (*Chenopodiaceae*) // Естественно-гуманитарные исследования. 2015. № 1(7). С. 19–24. EDN: TJVTZV.

14. Шамсутдинова Э. З. Всхожесть семян кормовых галофитов при разных сроках уборки // Кормопроизводство. 2013. № 3. С. 21–22. EDN: PWHVHR.

15. Эргашов А. Ю. Сроки хранения семян *Salsola gemmasens* и их влияние на всхожесть // Science and innovation. 2024. Special Issue. С. 896–898. DOI: 10.5281/zenodo.10937993.

16. Гребенников В. Г., Шипилов И. А., Хонина О. В. Поверхностное улучшение лугопастбищных угодий – как эффективный прием повышения их кормоемкости // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 2(34). С. 48–51. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-34-48-51. EDN: IWAQQA.

References

1. Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferov V.G., Tkachenko N.A., Shinkarenko S.S., 2020. *Geoinformatsionnyy analiz opustynivaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya* [Geoinformation analysis of desertification of the North-Western Caspian region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems], vol. 26, no. 2(83), pp. 16-24, DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10091, EDN: TJYXNB. (In Russian).

2. Tyutyuma N.V., Bulakhtina G.K., Tyutyuma N.A., 2023. *Antropogennyy faktor opustynivaniya aridnykh territoriy Astrakhanskoy oblasti* [Anthropogenic factor of desertification of arid territories of the Astrakhan region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems], vol. 29, no. 1(94), pp. 53-58, DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-53-58, EDN: PWLLCU. (In Russian).

3. Agipar B., Badamdorzh B., 2021. *Ekonomicheskie voprosy regulirovaniya pogolov'ya skota v sootvetstviy s potentsial'noy nagruzkoj pastbishch* [Economic issues for the regulation of livestock in accordance with the potential pasture load]. Grand Altai Research & Education, no. 1(14), pp. 4-14, DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.001, EDN: OSSSZI. (In Russian).

4. Nasiev B.N., Zhanatalapov N.Zh., Bekkaliyev A.K., Bekkaliyeva A.K., 2021. *Otsenka sposobov ispol'zovaniya pastbishch polupustynnoy zony Zapadnogo Kazakhstana* [Assessment of ways to use pastures in semi-desert zone of West Kazakhstan]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], no. 11(214), pp. 20-26, DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-20-26, EDN: PJFFQA. (In Russian).

5. Makarova N.M., Balakai G.T., Makarov A.V., 2020. *Povyshenie meliorativnoy roli zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy na sel'skokhozyaystvennykh zemlyakh yuga Rossii* [Improving the reclamation role of protective forest plantations on agricultural lands in the south of Russia]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land Reclamation and Hydraulic Engineering], no. 1(37), pp. 122-139, URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1036> [accessed 25.03.2025], DOI: 10.31774/2222-1816-2020-1-122-139, EDN: SMZVVC. (In Russian).

6. Kulik K.N., Belyaev A.I., Pugacheva A.M., 2023. *Rol' zashchitnogo lesorazvedeniya v bor'be s zasukhoj i opustynivaniem agrolandshaftov* [The role of protective afforestation in drought and desertification control in agricultural landscapes]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems], vol. 29, no. 1(94), pp. 4-14, DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-4-14, EDN: CSZXWA. (In Russian).

7. Ivonin V.M., 2020. *Issledovanie poley meliorativnogo vozdeystviya lesokhozyaystvennykh urochishch prirodno-antropogennykh landshaftov* [The study of zones of reclamation influence of forest management stow in natural anthropogenic landscapes]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land Reclamation and Hydraulic Engineering], no. 4(40), pp. 122-144, URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1163> [accessed 25.03.2025], DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-122-144, EDN: XGOOZC. (In Russian).

8. Kulik A.V., Voronina V.P., Uzolin A.I., 2019. *Opyt formirovaniya agrolesomeliorativnoy sistemy na pravom beregu Srednego Dona s tsel'yu povysheniya produktivnosti agroekosistem* [Experience in the formation of agroforestry system in the right bank of the Middle Don in order to increase the productivity of agroecosystems]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bullet. of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 3(55), pp. 142-152, DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-18, EDN: DLRHSR. (In Russian).

9. Baker T.P., England J.R., Brooks S.H., Stewart S.B., Mendham D., 2025. Effect of silvopasture, paddock trees and linear agroforestry systems on agricultural productivity: A global quantitative analysis. *Agricultural Systems*, vol. 224, Article number: 104240, 12 p., DOI: org/10.1016/j.agsy. 104240, EDN: DEMEUX.

10. Baker T.P., Marais Z., Davidson N.J., Worledge D., Mendham D.S., 2021. The role of open woodland in mitigating microclimatic extremes in agricultural landscapes. *Ecological Management & Restoration*, vol. 22(S2), pp. 118-126, DOI: <https://doi.org/10.1111/emr.12466>.

11. Kulik K.N., Bulakhtina G.K., Tyutyuma N.A., 2021. *Izuchenie faktorov vliyaniya meliorativno-kormovykh lesnykh nasazhdeniy na aridnye pastbishchnye ekosistemy* [Study of factors of influence of melioratory-fodder forest plantations on arid grazing ecosystems]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva* [Proceed. of St. Petersburg Forestry Research Institute], no. 2, pp. 28-38, DOI: 10.21178/2079-6080.2021.2.28, EDN: FXLVJG. (In Russian).

12. Kulik K.N., Bulakhtina G.K., Tyutyuma N.A., 2020. *Sravnitel'naya kharakteristika meliorativnykh zashchitnykh nasazhdeniy na polupustynnykh pastbishchakh* [Comparative characteristics of reclamation protective plants on semi-desert pastures]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bullet. of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 4(60), pp. 39-47, DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-03, EDN: WRQZKH. (In Russian).

13. Oparina S.N., 2015. *Morfologicheskie i ekofiziologicheskie osobennosti generativnykh diaspor Chenopodium aristatum L. (Chenopodiaceae)* [Morphological and ecophysiological features of generative diaspores of *Chenopodium aristatum* L. (Chenopodiaceae)]. *Yestestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-Humanitarian Studies], no. 1(7), pp. 19-24, EDN: TJVTZV. (In Russian).

14. Shamsutdinova E.Z., 2013. *Vskhozhest' semyan kormovykh galofitov pri raznykh srokakh uborki* [Germination of fodder halophyte seeds at different harvesting dates]. *Kormoproizvodstvo* [Feed Production], no. 3, pp. 21-22, EDN: PWHVHR. (In Russian).

15. Ergashov A.Yu., 2024. *Sroki khraneniya semyan Salsala gemmasens i ikh vliyanie na vskhozhest'* [Storage periods of *Salsala gemmasens* seeds and their effect on germination]. *Science and Innovation. Special Issue*, pp. 896-898, DOI: 10.5281/zenodo.10937993. (In Russian).

16. Grebennikov V.G., Shipilov I.A., Khonina O.V., 2019. *Poverkhnostnoe uluchshenie lugopastbishchnykh ugodiy – kak effektivnyy priem povysheniya ikh kormoemkosti* [Surface improvement of grassland - as an effective method of increase their feed capacity]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural Bulletin of Stavropol Region], no. 2(34), pp. 48-51, DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-34-48-51, EDN: IWAQQA.

Информация об авторах

Г. К. Булахтина – заведующая отделом, кандидат сельскохозяйственных наук, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, Солёное Займище, Российская Федерация, gbulaht@mail.ru, AuthorID: 861367, ORCID: 0000-0001-8949-8666;

Н. В. Тютюма – директор, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, Солёное Займище, Российская Федерация, pniiiaz@mail.ru, AuthorID: 456521, ORCID: 0000-0001-6582-2628.

Information about the authors

G. K. Bulakhtina – Head of the Department, Candidate of Agricultural Sciences, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoye Zaymishche, Russian Federation, gbulaht@mail.ru, AuthorID: 861367, ORCID: 0000-0001-8949-8666;

N. V. Tyutyuma – Director, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoye Zaymishche, Russian Federation, pniiiaz@mail.ru, AuthorID: 456521, ORCID: 0000-0001-6582-2628.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 03.04.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 26.06.2025.

The article was submitted 03.04.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 26.06.2025.