

### Выращивание посадочного материала джужгуна безлистного в Астраханской области

Юрий Николаевич Подопригоров, Андрей Алексеевич Хюпинин

ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», Астраханская область, с. Солёное Займище, Россия  
e-mail: podoprigorov.85@mail.ru

**Аннотация.** В Астраханской области опустынивание земель происходит главным образом в форме дефляции и засоления. Данный процесс характеризуется деградацией растительного покрова, развитием эрозионных процессов и ростом площадей открытых песков. Остановить опустынивание территорий можно созданием лесозащитных полос и фитомелиорацией деградированных фитоценозов. В рамках научной работы в ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в период с 2019 по 2021 г. проводились исследования по выращиванию посадочного материала джужгуна различных фенотипов для использования в фитомелиорации аридных пастбищ. Посев кустарника джужгуна безлистного различного фенотипа (астраханский и казахский) на посадочный материал проводили в условиях богары и полива. При выращивании семян на поливе использовался способ капельного орошения. По результатам исследования было выявлено следующее: на богаре всхожесть семян джужгуна безлистного оказалась выше, чем на поливе на 1,3–9,9 %. Всхожесть семян астраханского фенотипа оказалась лучше казахского на богаре в 2,5 раза, а на поливе семена казахского фенотипа имели единичные всходы. Высота растений к концу вегетации на поливе превысила богарный вариант на 0,35–0,85 м. По окончании вегетационного периода (сентябрь – ноябрь), в зависимости от величины увлажнения почвы (50–60 % от НВ), после осенних дождей весь посадочный материал высаживался на аридных естественных пастбищах. Сеянцы, выращенные на богаре, имели приживаемость 37,7–49,6 %, а на поливе – 43,4–45,4 %.

**Ключевые слова:** джужгун безлистный; посадочный материал; полив; богара; приживаемость.

**Для цитирования:** Подопригоров Ю. Н., Хюпинин А. А. Выращивание посадочного материала джужгуна безлистного в Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 32–36. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp32-36>.

AGRONOMY

Original article

#### Growing the planting material of juzgun leafless in the Astrakhan region

Yury N. Podoprigorov, Andrey A. Khyupinin

Federal Public Budget Scientific Institution «Pre-Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Astrakhan region, Solenoe Zaimishche, Russia  
podoprigorov.85@mail.ru

**Abstract.** In the Astrakhan region, land desertification occurs mainly in the form of deflation and salinization. This process is characterized by the degradation of the vegetation cover, the development of erosion processes and the growth of open sand areas. It is possible to stop the desertification of territories by creating forest protection belts and phytomelioration of degraded phytocenoses. As part of scientific work at the Federal State Budget Scientific Institution "PAFSC RAS" in the period from 2019 to 2021 research was carried out on the cultivation of planting material juzgun of various phenotypes, for use in phytomelioration of arid pastures. As part of the experiment, a leafless dzhugun shrub of various phenotypes (Astrakhan and Kazakh) was sown on planting material under rainfed and irrigated conditions. When growing seedlings on irrigation, the method of drip irrigation was used. According to the results of the study, the following was revealed: the germination of seeds of leafless juzgun on a rainfed land was higher than on irrigation by 1.3-9.9%. The germination of seeds of the Astrakhan phenotype turned out to be 2.5 times better than the Kazakh one on a rainfed land, and on irrigation, the seeds of the Kazakh phenotype had single shoots. The height of plants by the end of the growing season on irrigation exceeded the rainfed variant by 0.35-0.85 m. At the end of the growing season (September-November), depending on the amount of soil moisture (50-60% of HB), after autumn rains, all planting material was planted on arid natural pastures. Seedlings grown on rainfed crops had a survival rate of 37.7 - 49.6%, and on irrigation - 43.4-45.4%.

**Keywords:** leafless juzgun; planting material; irrigation; rainfed land; survival rate.

**For citation:** Podoprigorov Yu. N., A. A. Khyupinin A. A. Growing the planting material of juzgun leafless in the Astrakhan region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(7): 32–36. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp32-36>.

**Введение.** Деградация земель и опустынивание имеют глобальное измерение и вызывают серьезные проблемы как экологического, так и социально-экономического характера. Этот этап непрерывного процесса деградации земель усугубляется колебаниями климата (особенно засухой) и давлением, оказываемым деятельностью человека [5,17]. В настоящее время эти вопросы решаются на мировом уровне. Во время проведения Конференции ООН по окружающей среде и развитию были приняты три глобальные конвенции: Рамочная конвенция об изменении климата (РКИК), Конвенция о борьбе с опустыниванием (КБО) и Конвенция о биологическом разнообразии (КБР). Россия стала стороной всех трех конвенций и, соответственно, взяла на себя обязательства по выполнению их положений [2, 5].

Данная проблема не обошла стороной и Астраханскую область. Аридные пастбища здесь занимают площадь свыше двух миллионов гектаров, что составляет примерно половину ее территории и во многом определяет состояние и перспективы дальнейшего развития животноводческой отрасли сельского хозяйства [15, 18].

В Астраханской области опустынивание земель происходит главным образом в форме дефляции и засоления. Данный процесс характеризуется деградацией растительного покрова, развитием эрозионных процессов и ростом площадей открытых песков [7, 8]. Наиболее существенный вред почвам Астраханской области наносит ветровая эрозия, которой охвачено более 2077 тыс. га. За последнее десятилетие деградация земель в отдельных районах





достигла критического уровня, при котором восстановление свойств почв и их плодородия стало невозможным без целенаправленной природоохранной деятельности. Наиболее активно процессы образования пустынь идут в Харабалинском, Енотаевском, Красноярском и Наримановском районах [16].

Остановить опустынивание новых территорий можно различными методами. К таким методам относятся создание лесозащитных полос и лесонасаждений, фитомелиорация, нормализация поголовья скота согласно емкости кормовых угодий, отказ от вспашки склоновых почв, разумное чередование чистых и занятых паров, поддержка структурности эдафотопов, снегозадержание, применение безотвальной обработки с периодическим глубоким разрыхлением верхних горизонтов почвы, закрепление песчаных дюн растительностью [2].

Фитомелиорация – это комплекс мероприятий по улучшению условий природной среды с помощью культивирования или поддержания естественных растительных сообществ. Она способствует сохранению и улучшению окружающей среды, так как связана с выращиванием растений, улучшением почв и защитой их от эрозии. Многолетние травы и кустарники имеют высокую фитомелиоративную способность, что позволяет восстанавливать нарушенные угодья, резко снижать эрозионные процессы, повышать плодородие почв и урожайность последующих культур в севообороте [9].

Для решения задач по деградации почв пропагандируется применение адаптивно-ландшафтного подхода. Суть его заключается в обеспечении высокой продуктивности используемых природных ландшафтов без нарушения основ экосистемы [1].

Адаптивно-ландшафтная система земледелия – это система использования определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия [10, 12, 13].

Переход на адаптивно-ландшафтные системы земледелия будет способствовать максимальной дифференциации ведения земледелия в зависимости от природных условий; выводу из состава пашни низкопродуктивных земель; интенсификации земледелия с приоритетом экологических факторов; контурно-мелиоративной организации территории в зависимости от рельефа местности; проведению комплекса мелиоративных мероприятий; применению интегрированных систем защиты растений, удобрений, обработки почвы; интеграции всех форм хозяйствования в общую систему земледелия, приемлемую для элементарного геохимического ландшафта [14].

Цель данной работы – проведение исследований по выращиванию посадочного материала джужгуна безлистного различных фенотипов для использования в фитомелиорации аридных пастбищ Астраханской области.

**Методика исследований.** Исследования проводились в рамках научной работы в ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук» в период с 2019 по 2021 г. Объект исследования – джужгун безлистный различного фенотипа, собранный из разных районов Астраханской области и Казахстана (Приаральская опытная станция, г. Шалкар, по договору о научном сотрудничестве). В исследованиях использовались методики ВНИИ кормов [11], О.И. Байтулина [3], И.Ф. Грингофа и Ю.С. Лынова [4], Б.А. Доспехова [6].

Опытный участок расположен на землях ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», в сухой степи Черноярского района Астраханской области. Рельеф участка выровненный. История участка: 2017–2018 гг. – залежь. Почва участка светлокаштановая, имеет слабощелочную реакцию (рН 8–8,2), низкий уровень плодородия (гумус 0,68–0,74) и является незасоленной. Подготовка участка: основная осенняя обработка почвы трактором МТЗ-82 с применением плуга ПЛН-3-35 на глубину 0,20–0,25 м и предпосевная обработка – фрезерование, проводящееся непосредственно перед посевом с применением фрезы Ф-200.

**Результаты исследований.** Посев кустарника джужгуна безлистного для выращивания посадочного материала проводили в условиях богары и полива. Полевые однофакторные опыты имели систематическое последовательное размещение вариантов и повторений. Площадь одной делянки – 7 м<sup>2</sup>. Междурядье – 1,4 м. Глубина заделки семян – 0,5–1,0 см. Норма высева – 10 кг/га. Повторность опыта трехкратная.

Посев джужгуна на богарном участке проводили по годам – 18.12.2019 г., 20.12.2020 г., 28.12.2021 г., поскольку его плоды должны быть высеяны осенью или зимой в год созревания (до первой весны, следующей за годом созревания, ГОСТ 13855-87). Температура воздуха составляла от –1 до –3 °С. На поливе посев проходил соответственно 13.05., 15.05, 12.05. при температуре воздуха от +25 до +28 °С. Семена, взятые для посева, были урожая предыдущих лет (2018, 2019, 2020) и хранились в сухих полотняных мешках при температуре 0... +4 °С.

Плод джужгуна – орешек, прямой или скрученный по оси, с твердым околоплодником, крылатый или усаженный простыми или ветвистыми щетинками, которые в несколько раз длиннее орешка и придают плоду в целом шаровидную форму. Крылатые семена легко разносятся ветром.

Анализ метеоусловий проведения опыта показал, что период исследования (2019–2021гг.) в сравнении со среднемноголетними данными характеризуется как более теплый. Среднегодовая температура превысила среднемноголетнюю на 2,7 °С; до 25 % вегетационного периода – наличие суховеев. По количеству осадков наиболее засушливым был 2019 г., когда в период с марта по декабрь выпало всего 78,7 мм. Наиболее показательны данные по наличию продуктивной влаги в слое почвы 0–0,5 м по годам исследования для определения условий вегетации опытных аридных кустарников (рис. 1). Таким образом, в период всходов и начала вегетации растений продуктивной влаги в слое почвы 0–0,5 м было вполне достаточно (20,5–49,5–38,4 мм). В дальнейшем уже окрепшие растения подошли к периоду воздушной и почвенной влаги (июль, август) и хорошо перенесли его.

ГТК периода всходов и вегетации джужгуна составил 0,42 (2019 г.), 0,59 (2020 г.) и 0,78 (2021 г.), что определило период проведения опыта как очень засушливый (0,7 и 0,4) – 2019 и 2020 гг. и засушливый (1–0,7) – 2021г. На первом этапе определяли массу 1000 семян джужгуна безлистного, которая составила у астраханского фенотипа в среднем 64 г, а у казахского – 65 г.

Всходы джужгуна были отмечены на богаре – 5–12, а на поливе – 18–22 мая. По количеству посеянных всхожих семян и полученных всходов была рассчитана средняя полевая всхожесть джужгуна по вариантам опыта (табл.1)

В ходе исследований было выявлено, что джужгун из Казахстана все три года на поливе имел единичные всходы. Астраханские фенотипы джужгуна безлистного имели следующую всхожесть семян по годам. В 2019 г. – выше на поливе

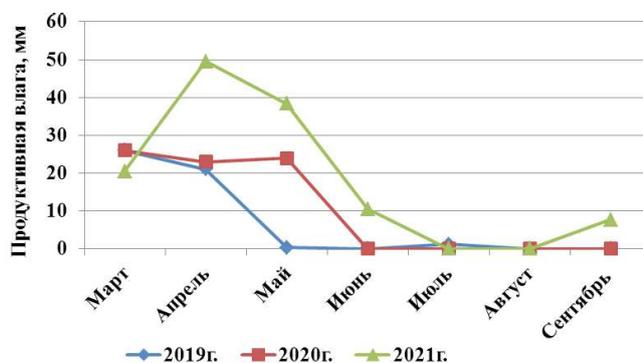


Рис. 1. Динамика продуктивного запаса влаги в слое почвы 0–0,5 м по годам исследования

марного водопотребления джужгуна по вариантам опыта (табл. 2).

Таким образом, было установлено, что суммарное водопотребление джужгуна за весь период вегетации на богаре составило 25 % от поливного варианта. По окончании вегетационного периода проводились замеры высоты растений по вариантам (рис. 2, табл. 3.)

Высота растений джужгуна по вариантам на богаре не имела существенных различий (коэффициент вариации по годам – 8–10 %, т.е. изменчивость незначительная) и составила 0,40 м (2019 г.), 0,57 м (2020 г.) и 0,92 м (2021 г.). На поливе только один образец (джужгун безлистный голова Медузы, Казахстан) достоверно отличался от остальных образцов по высоте, в среднем по вариантам высота составила 1,25 м (2019 г.), 1,26 м (2020 г.) и 1,27 м (2021 г.).

По окончании вегетационного периода (сентябрь – ноябрь), в зависимости от величины увлажнения почвы (50–60 % от НВ), после осенних дождей весь посадочный материал высаживался на аридных естественных пастбищах. Подготовка участка на пастбище состояла из весенней обработки почвы трактором МТЗ-82 с применением плуга ПЛН-3-35 на глубину 0,20–0,25 м и осенней обработки каналопателем-заравнивателем КЗУ-03 перед высадкой семян. Высадку проводили вручную. Весной, в конце мая, определяли приживаемость саженцев по вариантам опыта (табл. 4.).

Таким образом, семена, выращенные на богаре, имели среднюю приживаемость 35,5–37,7 %, а на поливе – 31,7–33,4 %, но различия были недостоверны. Выявлено, что поливные и богарные условия выращивания посадочного материала джужгуна не влияют на его приживаемость.

Таблица 1

Полевая всхожесть джужгуна безлистного по вариантам опыта (в среднем за 2019–2021 гг.)

№ участка	Название вида, № каталога, место произрастания	Полевая всхожесть, %					
		богара			полив		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Астраханская область							
1	Джужгун безлистный (фенотип плода – 4-крылый, крылья прямые), д/растущий	7,5	13,5	14,7	8,8	9,1	9,0
2	Джужгун безлистный (фенотип плода – 4-крылый, крылья закрученные), д/растущий	12,8	24,8	27,2	8,7	8,9	9,0
3	Джужгун безлистный (фенотип плода – 5-крылый), д/растущий	6,1	11,0	12,0	7,2	6,5	6,7
4	Джужгун безлистный голова Медузы, д/растущий	9,4	19,5	20,0	10,1	9,8	9,6
Приаральская ОС г. Шалкар (Казахстан)							
5	Джужгун безлистный голова Медузы, ВК-20, д/растущий	5,2	9,1	9,9	1,2	0	1к.
6	Джужгун безлистный ВК-15	5,4	9,2	9,9	0	0	0
7	Джужгун безлистный ВК-16	4,9	0	1к.	1к.	1к.	0

Таблица 2

Суммарное водопотребление джужгуна безлистного по вариантам опыта (в среднем за 2019–2021 гг.)

Показатели	Вариант опыта				
	полив			богара	
	мм	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
Осадки за вегетационный период	100,9	1009	18,7	1009	72,4
Поливная вода	400	4000	74,2	–	–
Продуктивный запас влаги на начало вегетации	40,5	405	7,1	384	27,6
Продуктивный запас влаги на конец вегетации	0	0	–	0	0
Суммарное водопотребление		5414	100,0	1393	100





Рис. 2. Измерение высоты посадочного материала джужгуна, выращенного в условиях богары

**Заключение.** По результатам 3-летних (2019–2021) исследований было установлено, что в почвенно-климатических условиях Астраханского региона всхожесть семян джужгуна местного фенотипа была на богаре в 2,5 раза больше, чем казахского, а на поливе семена казахского фенотипа по вариантам имели или единичные всходы, или всходы отсутствовали. Джужгун из Казахстана все три года на поливе имел единичные всходы.

Всхожесть на поливе была лучше только в 2019 г. на 0,7–1,3 %. В 2020 г. всхожесть была достоверно выше на богаре только у фенотипов: плод – 4-крылый, крылья закрученные (на 15,9 %) и голова Медузы (на 9,7 %) и в 2021 г. – на 18,2 и 10,4 %.

Среднее суммарное водопотребление по годам составило на поливе 5414 м<sup>3</sup>/га, а на богаре – 1393 м<sup>3</sup>/га, т.е. 25 % от поливного варианта.

Высота растений к концу вегетации на поливе превысила богарный вариант на 0,35–0,85 м;

Сеянцы, выращенные на богаре, имели среднюю приживаемость 35,5–37,7 %, а на поливе – 31,7–33,4 %, но различия были недостоверны.

Таблица 3

**Высота джужгуна безлистного в конце вегетации по вариантам опыта (2019–2021гг.)**

№ уч-ка	Название вида, № каталога, место произрастания	Высота надземной части, м					
		богара			полив		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
<b>Астраханская область</b>							
1	Джужгун безлистный (фенотип плода – 4-крылый, крылья прямые), д/растущий	0,39	0,54	0,85	1,19	1,20	1,20
2	Джужгун безлистный (фенотип плода – 4-крылый, крылья закрученные), д/растущий	0,41	0,57	0,92	1,20	1,21	1,22
3	Джужгун безлистный (фенотип плода – 5-крылый), д/растущий	0,43	0,59	0,95	1,18	1,20	1,21
4	Джужгун безлистный голова Медузы, д/растущий	0,41	0,62	1,10	1,20	1,22	1,24
<b>Приаральская ОС, г. Шалкар (Казахстан)</b>							
5	Джужгун безлистный голова Медузы, ВК-20, д/растущий	0,44	0,55	0,97	1,46	–	1,50
6	Джужгун безлистный ВК-15	0,36	0,54	0,83	–	–	–
7	Джужгун безлистный ВК-16	0,33	0	0,80	1,21	1,20	–
	НСР <sub>05</sub>	0,09	0,09	0,07	0,03	0,07	0,05

Таблица 4

**Приживаемость джужгуна безлистного по годам и вариантам выращивания посадочного материала**

№ уч-ка	Название вида, № каталога, место произрастания	Год выращивания посадочного материала			
		2019		2020	
		Варианты выращивания посадочного материала богара*		полив	
<b>Астраханская область</b>					
1	Джужгун безлистный (фенотип плода – 4-крылый, крылья прямые), д/растущий	48/32	29/28	51/33	28/30
2	Джужгун безлистный (фенотип плода – 4-крылый, крылья закрученные), д/растущий	89/38	29/26	90/40	31/33
3	Джужгун безлистный (фенотип плода – 5-крылый), д/растущий	39/30	22/29	42/32	26/28
4	Джужгун голова Медузы, д/растущий	65/41	31/34	68/44	34/36
<b>Приаральская ОС, г. Шалкар (Казахстан)</b>					
5	Джужгун голова Медузы, ВК-20, д/растущий	32/40	4/50	29/42	–
6	Джужгун безлистный ВК-15	32/33	–	30/35	–
7	Джужгун безлистный, ВК-16	15/35	1к./1к.	–	1к./1к.

\* в числителе – количество высаженных сеянцев, шт.; в знаменателе – процент приживаемости



1. Барабанов А. Т. Роль и место агролесомелиорации в адаптивно-ландшафтном земледелии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 2 (38). С. 22–31.
2. Барабаншиков Д. А., Сердюкова А. Ф. Борьба с опустыниванием земель // Молодой ученый. 2017. № 25 (159). С. 95–98.
3. Байтулин И. О. Создание лесного питомника и технология выращивания посадочного материала. Костанай: Костанайполиграфия, 2009. С. 48.
4. Грингоф И. Г., Лынов Ю. С. Методическое пособие по фенологическим наблюдениям. М., 1991. 201 с.
5. Гурьянов С. Степной ветер: как бороться с опустыниванием земель юга России [Электронный ресурс]. – URL: <https://iz.ru/1198792/sergei-gurianov/stepnoi-veter-kak-borotsia-s-pustynivaniem-zemel-iuga-rossii> (дата обращения 21.12.2021).
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
7. Засоление и эрозия почв [Электронный ресурс]. – URL: [https://studbooks.net/1068141/kulturologiya/zasolenie\\_eroziya\\_pochv](https://studbooks.net/1068141/kulturologiya/zasolenie_eroziya_pochv) (дата обращения 20.12.2021).
8. Иванов В. А. Антропогенная роль в процессах опустынивания (на примере Астраханской области) // Сб. ст. междунар. науч. конф. Астрахань, 2016. С. 101–105.
9. Игнатова Г. А. Фитомелиоранты и их применение // Вестник ОрелГАУ. 2018. № 4 (73). С. 25–28.
10. Кирюшин В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М.: КолоС, 2010. 740 с.
11. Методика эффективного освоения многовариантных технологий улучшения сенокосов и пастбищ в Северном природно-экономическом районе. М.: Угрешская типография, 2015. 68 с.
12. Недбайло П. А. Адаптивно-ландшафтная система как основа роста производства и экологизации землепользования // Молодой ученый. 2019. № 23 (261). С. 73–75.
13. Нечаев В. И. Инновационный и экологический аспекты перехода к адаптивно-ландшафтной системе земледелия // АПК: экономика, управление. 2016 № 11. С. 25–33.
14. Нечаев В. И., Барсукова Г. Н., Радчевский Н. М., Резниченко С. М. Проблемы управления земельными ресурсами и использование земель в аграрном производстве. Краснодар: Атри, 2008. 340 с.
15. Паньков В. Записки астраханского натуралиста. Перевыпас и засуха – причины катастрофического опустынивания [Электронный ресурс]. – URL: <https://punkt-a.info/news/glavnoe/zapiski-astrahanskogo-naturalista-perevypas-i-zasukha-prichiny-katastroficheskogo> (дата обращения 22.12.2021).
16. Петров В. И., Манаенков А. С., Вдовенко А. В. Деграция аридных территорий Северо-Западного Прикаспия // Научно-агрономический журнал ГНУ НВ НИИСХ. 2012. № 2 (91). С. 25–28.
17. Рогозин М. Ю., Картамышева Е. С. Опустынивание земель // Молодой ученый. 2017. № 5(185). С. 128–131.
18. Тютюма Н. В., Булахтина Г. К. Проблема опустынивания аридной зоны Астраханской области в условиях изменения климата и повышенного антропогенного воздействия // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 67. С. 68–70.

## REFERENCES

1. Barabanov A. T. The role and place of agroforestry in adaptive landscape agriculture. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: science and higher professional education*. 2015;2(38):22–31. (In Russ.).
2. Barabanshchikov D. A., Serdyukova A. F. Fight against land desertification. *Young scientist*. 2017;25(159):95–98. (In Russ.).
3. Baitulin I. O. Creation of a forest nursery and technology for growing planting material. *Kostanay: Kostanaypolygraphy*; 2009. P. 48. (In Russ.).
4. Gringof I. G., Lynov Yu. S. Methodical manual on phenological observations. M.; 1991. 201 p. (In Russ.).
5. Guryanov S. Stepnoy wind: how to deal with desertification in the south of Russia. URL: <https://iz.ru/1198792/sergei-gurianov/stepnoi-veter-kak-borotsia-s-pustynivaniem-zemel-iuga-rossii> (accessed 12/21/2021). (In Russ.).
6. Armor B. A. Methods of field experience. M.: Agropromizdat; 1985. 336 p. (In Russ.).
7. Salinization and soil erosion. URL: [https://studbooks.net/1068141/kulturologiya/zasolenie\\_eroziya\\_pochv](https://studbooks.net/1068141/kulturologiya/zasolenie_eroziya_pochv) (accessed 12/20/2021). (In Russ.).
8. Ivanov V. A. Anthropogenic role in desertification processes (on the example of the Astrakhan region) // *Sat. Art. intl. scientific conf. Astrakhan*; 2016. P. 101–105. (In Russ.).
9. Ignatova G. A. Phytomeliorants and their application. *Vestnik OrelGAU*. 2018;4(73):25–28. (In Russ.).
10. Kiryushin V. I. Theory of adaptive landscape agriculture and design of agricultural landscapes. M.: Kolos; 2010. 740 p. (In Russ.).
11. Methodology for the effective development of multivariant technologies for improving hayfields and pastures in the Northern natural and economic region. M.: Ugresh printing house; 2015. 68 p. (In Russ.).
12. Nedbailo P. A. Adaptive-landscape system as a basis for the growth of production and greening of land use. *Young scientist*. 2019;23(261):73–75. (In Russ.).
13. Nechaev V. I. Innovative and ecological aspects of the transition to the adaptive-landscape system of agriculture. *APK: economics, management*. 2016;(11): 25–33. (In Russ.).
14. Nechaev V. I., Barsukova G. N., Radchevsky N. M., Reznichenko S. M. Problems of land management and land use in agricultural production. *Krasnodar: Atri*; 2008. 340 p. (In Russ.).
15. Pankov V. Notes of the Astrakhan naturalist. Overgrazing and drought are the causes of catastrophic desertification. URL: <https://punkt-a.info/news/glavnoe/zapiski-astrahanskogo-naturalista-perevypas-i-zasukha-prichiny-katastroficheskogo> (accessed 12/22/2021). (In Russ.).
16. Petrov V. I., Manaenkov A. S., Vdovenko A. V. Degradation of arid territories of the North-Western Caspian Sea. *Scientific and agronomic journal of GNU NV NIISKh*. 2012;2(91):25–28. (In Russ.).
17. Rogozin M. Yu., Kartamysheva E. S. Desertification of lands. *Young scientist*. 2017;5(185):128–131. (In Russ.).
18. Tyutyuma N. V., Bulakhtina G. K. The problem of desertification of the arid zone of the Astrakhan region under conditions of climate change and increased anthropogenic impact. *Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2016;(67):68–70. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 01.02.2022; одобрена после рецензирования 07.02.2022; принята к публикации 12.02.2022.

The article was submitted 01.02.2022; approved after reviewing 07.02.2022; accepted for publication 12.02.2022.

