

УДК 631.547.15

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЖУЗГУНА БЕЗЛИСТНОГО В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2024 г. Н.В. Тютюма, Г.К. Булахтина, Ю.Н. Подопрigorov

Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН
Россия, 416251, Астраханская обл., Черноярский р-он, с. Соленое Займище, кв. Северный, д. 8
E-mail: gbulahit@mail.ru

Поступила в редакцию 19.12.2023. После доработки 01.03.2024. Принята к публикации 10.04.2024.

В статье представлены результаты исследований, проведенных в 2020-2023 гг. в Астраханской области на базе Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН. Цель проводимых опытов – разработать наиболее экологический и ресурсосберегающий способ выращивания посадочного материала джужгуна безлистного (*Calligonum aphyllum* (Pall.) Gürke) для использования в фитомелиорации аридных деградированных пастбищных экосистем и создания защитных лесных насаждений в аридной зоне Северного Прикаспия. В задачи исследований входило изучить различные способы посадки джужгуна безлистного (саженцами, черенками, семенами) и выявить более эффективный для светло-каштановых почв Астраханской области; определить оптимальную норму высева и влагу почвы (% от наименьшей влагоемкости) для выращивания посадочного материала джужгуна; провести оценку в период вегетации посадочного материала, в т.ч. поражаемости вредителями и болезнями, состояния посевов (визуальная оценка) и биометрических показателей по вариантам опыта. В проведенных исследованиях использовалась методика Б.А. Доспехова (2011), для определения соответствия посадочного материала стандарту использовали Технические условия ОСТ 56-98-93 (1994). По результатам проведенных исследований мы выявили, что на светло-каштановых почвах Астраханской области оптимальный способ посадки джужгуна безлистного – это посадка саженцами. Также в этих почвенно-климатических условиях были разработаны элементы технологии выращивания саженцев джужгуна безлистного, в том числе норма высева – 250 кг/га, влага почвы в вегетационный период посев-всходы - 60-70% от наименьшей влагоемкости; поддерживаемая влага почвы в период вегетации - 20-25% от наименьшей влагоемкости.

Ключевые слова: элементы технологии, джужгун безлистный, посадочный материал, норма высева, влага почвы, капельное орошение.

DOI: 10.24412/1993-3916-2024-3-125-131

EDN: WCTYIN

Деградация и опустынивание в России являются основными проблемами на землях площадью свыше 100 млн. га. Только в Калмыкии и Астраханской области таких земель более 6 млн. га. В этих регионах, где характерен засушливый климат, крайне высокие дневные температуры в период вегетации растений, засоленные и обедненные почвы, проблема полноценного кормления животных встает особенно остро (Лозицкий, 2012; Грингоф, Бабушкин, 2010).

Ряд ученых (Аличаев и др., 2022) отмечает, что в процессе аридной деградации просматриваются две стадии. Причем, если первая – это естественные процессы устойчивого почвообразования, связанные с изменением климата и функционированием живых организмов, то вторая стадия обусловлена антропогенным воздействием, которое создает неустойчивый почвенный покров.

Проведя многолетние исследования в аридных регионах России, Узбекистана, Туркмении и Монголии, ученые утверждают (Золотокрылин, 2005; Золотокрылин и др., 2007; Гунин и др., 2018), что целесообразно говорить об антропогенной деградации, а не об опустынивании экосистемы только в том случае, если не наблюдается усиление аридности климата.

При этом эффект синергизма от взаимодействия природных и антропогенных факторов создает

особенную угрозу масштабных деградационных процессов (Кульжанова и др., 2017; Пугачёва и др., 2022; Сергиенко, Константинов, 2016).

Так, в Калмыкии и Астраханской области после жесточайшей летней засухи и осенних песчаных и пыльных бурь 2020 года произошло резкое снижение поголовья скота – почти на 1 млн. голов с мая 2020 года по февраль 2021 года (Кулик и др., 2021). А в Терско-Кумском междуречье резко возросшее поголовье скота привело к неизбежной экологической катастрофе – массовому оголению и движению песков на большей части (около 60%) территории песчаных пастбищ (Кулик, 2004).

Таким образом, процессы опустынивания и деградации на фоне изменений климата в XXI веке в аридных регионах еще сильнее обостряют стоящую перед человечеством серьезную проблему продовольственной безопасности, затрагивающей все направления сельского хозяйства. Эта проблема потребует ускоренного перехода взаимодействия человека с природой на принципы «зеленого земледелия», в основе которого лежит применение природоподобных (англ. «nature-based») технологий использования природных ресурсов, рационализирующих потребление водных, почвенных, энергетических и других ресурсов планеты (Гусев и др., 2021). Установлено, что фитомелиорация является основой адаптивного земледелия, что под сомкнутым травостоем за счет конденсации транспирационного и адвективного паров воды в почве образуется влага, сравниваемая с осадками. Также доказана существенная роль лесомелиорации, которая необходима для охраны почв и устойчивости полевых агроландшафтов с применением кустарниковых и древесных насаждений. Эти насаждения предотвращают эрозионные процессы, способствуют дополнительному снегозадержанию в зоне их влияния, уменьшению глубины промерзания зимой и увеличению влажности почвы в летний период (Бобушев, Султаналиев, 2020; Дедова и др., 2020; Раков, Сирота, 2015; Бородычев и др., 2014; Золотов и др., 2020; Дубенок и др., 2009; Okonov, Dedova, 2015).

Крупным научным успехом развития лесомелиорации признана технология создания лесопастбищ на открытых песках с использованием кустарникового пескозакрепителя – джугуна безлистного. Он используется для их облесения и последующего залужения многолетними травами широких (5-6 м) междурядий культур в целях скорейшего пастбищного освоения мелиорируемых земель (Петров и др., 1986; Сурхаев и др., 2019).

В Прикаспийском аграрном федеральном научном центре РАН была создана база данных по адаптивному потенциалу кормовых древесно-кустарниковых растений в качестве фитомелиорантов для рекультивации полупустынных пастбищных экосистем и создания защитных лесных насаждений Северного Прикаспия (Булахтина и др., 2021). Наряду с такими видами растений, как лох серебристый, вяз узколистный, терескен серый и солянки, в качестве основного фитомелиоранта мы исследовали джугун безлистный, также известный как жузгун или кандым (*Calligonum aphyllum* (Pall.) Gürke), – род растений семейства Гречишных (Подопригоров, Хюпинин, 2023). Хозяйственное значение этого кустарника очень значительно. Его молодые ветви и плоды хорошо поедаются овцами и верблюдами, а древесина служит хорошим строительным материалом и топливом. Джугун является превосходным закрепителем песков и используется в целях фитомелиорации на подвижных песках. Он способен образовывать новые боковые (придаточные) корни в основании своих стволиков после засыпания их песком. Джугун неприхотлив, хорошо растет на бедных и засоленных почвах, обладает высокой засухоустойчивостью и морозостойкостью (Соколов и др., 1980).

Цель нашей работы – разработать наиболее экологический и ресурсосберегающий способ выращивания посадочного материала джугуна безлистного для использования в фитомелиорации аридных деградированных пастбищных экосистемах и создания защитных лесных насаждений в аридной зоне Северного Прикаспия. В задачи исследований входило изучить различные способы посадки джугуна (саженцами, черенками, семенами) и выявить более эффективный для светло-каштановых почв Астраханской области; определить оптимальную норму высева и влагу почвы (% от наименьшей влагоемкости (НВ)) для выращивания посадочного материала джугуна; провести оценку в период вегетации посадочного материала, в т.ч. поражаемости вредителями и болезнями, состояния посевов (визуальная оценка) и биометрических показателей по вариантам опыта.

По программе исследования на светло-каштановых почвах в условиях аридного климата был заложен опыт по выявлению оптимального способа посадки джугуна безлистного в Астраханской

области. Время проведения – 2020-2022 гг. Богарный полевой однофакторный опыт. Способы посадки: посев семенами, посадка черенками и саженцами. Способ посева (посадки) – широкорядный, площадь одной делянки – 150 м², междурядье – 3 м, общая площадь под один способ – 450 м². Опыт имеет три повторности.

Посадка саженцев джужгуна проводилась 10-20 октября, высев семян – 10-15 ноября, черенками – 15-24 февраля. Для посадки черенки срезались размером 30-40 см. Количество семян пересчитывались на 100% всхожесть.

Материалы и методы

Объекты исследования – посадочный материал джужгуна безлистного. Метеорологические данные по годам исследования были получены на метеостанции с. Черный Яр Астраханской области. Визуальная оценка состояния посева определялась по методике Б.А. Доспехова (2011) 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. Учет поражения болезнями и повреждение вредителями проводили по методике Б.А. Доспехова по 5-балльной шкале: 0 – отсутствие повреждений, 1 – повреждено до 10%, 2 – повреждено 10-25%, 3 – повреждено 25-50%, 4 – повреждено 50-75%, 5 – повреждено более 75%. Определение стандарта посадочного материала проводили по толщине стволика у корневой шейки и высоте сеянца по Техническим условиям ОСТ 56-98-93 (1994).

Результаты и обсуждение

В период вегетации проводился подсчет количества всходов после посева и вегетирующих после высадки посадочного материала для выявления лучшего способа (табл. 1).

Результаты исследования выявили, что посадка джужгуна саженцами является наиболее эффективным способом, поскольку живых растений было получено на 87.8-89.5% больше, чем при посеве семенами, и на 54.8-64.6% больше, чем при посадке черенками. Дисперсионный анализ результатов опыта показал наличие существенной разности между вариантами опыта.

Таблица 1. Выживаемость посадок джужгуна безлистного по вариантам опыта.

Варианты опыта	Количество посаженных (посеянных) растений, шт.			Количество живых растений (всего), шт./%					
	2020г.	2021г.	2022г.	2020г.		2021г.		2022г.	
				шт.	%	шт.	%	шт.	%
Саженцы	50	55	56	46	92	45	90	51	91
Семена	5860	6018	5942	164	2.8	210	3,5	186	3.1
Черенки	50	50	50	18	36	20	40	19	38
НСР ₀₅					1.1		2.2		1.8

Таким образом, если в результате трех лет исследования было выявлено, что лучший способ посадки джужгуна безлистного на светло-каштановых почвах – это посадка саженцами, то следующим этапом была разработка элементов технологии выращивания посадочного материала на капельном орошении. Был заложен двухфакторный полевой опыт: фактор А – в период посев-полные всходы – 60-70% от НВ, поддерживаемая влага почвы в период вегетации: 20-25; 30-35 и 40-45% от НВ; фактор В – норма высева семян: 10, 50, 100, 150, 250 кг/га в пересчете на 100% всхожесть. Семенной материал был взят в питомнике интродукции аридных кормовых растений Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, где выращивается дикорастущий вид джужгуна. Масса 1000 семян – 64 г. Способ посева – широкорядный, площадь одной делянки – 14 м², междурядье – 2.8 м, общая площадь под одну норму высева – 42 м². Опыт имел три повторности.

При выращивании сеянцев на поливе использовался способ капельного орошения. Оно является наиболее эффективным и экономически выгодным способом, поскольку вода поступает напрямую к корням или в непосредственной близости, при поливе вода не попадает на растения, не обжигает на палящем солнце, не испаряется сверху почвы, а корневая система имеет хорошую

вентилируемость в течение всего роста растения и посадки меньше зарастают сорняками.

Посев проводили 22-24 апреля. Начало всходов было отмечено 12-16 мая, полные всходы – 19-22 мая. Влажность почвы регулировалась различным количеством поливов и длительностью каждого полива. Каждая поливная лента была оснащена водяным счетчиком, а посадки – стационарным влагомером (рис.).



Рис. Организация посевов джужгуна безлистного с оснащением поливных лент водяным счетчиком.

В связи с тем, что джужгун является очень засухоустойчивым растением и уже к третьей декаде августа по размерам соответствовал Техническим условиям ОСТ 56-98-93 (1994) для саженцев, полив был прекращен на всем участке. Выкопка посадочного материала проводилась 6-9 ноября.

По итогу проведенных исследований (табл. 2) было выявлено:

- в варианте нормы высева 250 кг/га получено сеянцев в среднем на 52, 75, 90 и 99% больше, чем в вариантах 150, 100, 50 и 10 кг/га соответственно;
- сохранность сеянцев за вегетационный период была высокая и составила 78-100%;
- более высокая сохранность отмечена в варианте с влажностью почвы 40-45% от НВ – 88-100%;
- самая высокая сохранность сеянцев (97-100%) отмечена в вариантах с меньшей нормой высева 50 и 10 кг/га.

По окончании вегетационного периода был произведен расчет суммарного водопотребления джужгуна по вариантам опыта (табл. 3).

Таким образом, водопотребление посадочного материала джужгуна за весь период вегетации по вариантам опыта в сумме составило 3612 м³/га (20-25% НВ), 3969 м³/га (30-35% НВ) и 4326 м³/га (40-45% НВ), где поливная вода – 49, 54 и 58% соответственно. Биометрические показатели посадочного материала перед выкопкой по вариантам опыта приведены в таблице 4.

По результатам изучения выращивания посадочного материала джужгуна безлистного были сделаны следующие выводы:

- состояние посевов по вариантам опыта в период вегетации было определено, как отличное (5 баллов);
- поражения сеянцев болезнями и вредителями отсутствовали (0 баллов);
- на высоту сеянцев не оказало влияние ни норма высева, ни разный режим орошения, поскольку разность по вариантам оказалась в пределах ошибки;
- менее ветвистые (1.1 шт.), а значит, более пригодные для высадки, сеянцы были отмечены в варианте с минимальной влажностью почвы (20-25% от НВ) при норме высева 250 кг/га;

Таблица 2. Результаты выращивания посадочного материала джугуна безлистного по вариантам опыта (средние данные).

Варианты опыта		Количество на опытной деланке		Сохранность за вегетационный период, %	Количество сеянцев в пересчете на 1 га, шт.
Влажность почвы, Фактор А	Норма высева, Фактор В	Всходов, шт.	Сеянцев, шт.		
20-25% от НВ	250кг/га	991	776	78.3	184762
	150 кг/га	456	366	80.2	87143
	100 кг/га	251	217	86.4	51666
	50 кг/га	81	79	97.5	18809
	10 кг/га	10	10	100	2381
30-35% от НВ	250 кг/га	1004	815	81.2	194048
	150 кг/га	462	386	83.6	91905
	100 кг/га	221	192	87.1	45714
	50 кг/га	69	68	99	16190
	10 кг/га	12	12	100	2857
40-45% от НВ	250 кг/га	1007	893	88.7	212619
	150 кг/га	487	446	91.6	106190
	100 кг/га	233	224	96.2	53333
	50 кг/га	81	81	100	19286
	10 кг/га	11	11	100	2619
НСР ₀₅ (А)		32.5	5.2		
НСР ₀₅ (В)		42.02	6.7		
НСР ₀₅ (АВ)		32.5	5.2		

- средний вес сеянцев увеличивался с увеличением нормы полива и уменьшением нормы высева: более легкий (247 г) и наиболее удобный для транспортировки посадочный материал был отмечен в вариантах с влажностью почвы 20-25% от НВ и при норме высева 250 кг/га;

- толщина стволика у всех сеянцев по вариантам опыта составила не менее 3.0 мм, что соответствует Техническим условиям ОСТ 56-98-93 «Отраслевой стандарт. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород» (1994).

Дисперсионный анализ показал наличие существенной разницы между вариантами опыта.

Таблица 3. Суммарное водопотребление джугуна безлистного по вариантам опыта.

Показатели	Варианты опыта, влажность почвы, % от НВ								
	20-25			30-35			40-45		
	мм	м ³ /га	%	мм	м ³ /га	%	мм	м ³ /га	%
Осадки за вегетационный период	152.3	1523	42	152.3	1523	38	152.3	1523	35
Поливная вода		1786	49		2143	54		2500	58
Продуктивный запас влаги на начало вегетации		303	9		303	8		303	7
Продуктивный запас влаги на конец вегетации	0	0	–	0	0	–	0	0	–
Суммарное водопотребление		3612	100		3969	100		4326	100

Таблица 4. Биометрические показатели посадочного материала джужгуна безлистного по вариантам опыта (средние данные).

Варианты опыта		Высота надземной части, м	Количество побегов 1 и 2 порядка, шт.	Толщина стволика у корневой шейки, мм	Масса саженца, г
Влага почвы, Фактор А	Норма высева, Фактор В				
20-25% от НВ	250 кг/га	1.1	1.1	4.6	247
	150 кг/га	1.1	1.3	5.2	310
	100 кг/га	1.2	1.7	6.8	403
	50 кг/га	1.2	2.0	7.1	573
	10 кг/га	1.1	2.7	8.2	623
30-35% от НВ	250 кг/га	1.0	1.3	5.1	286
	150 кг/га	1.1	2.3	5.9	345
	100 кг/га	1.1	3.0	8.0	470
	50 кг/га	1.2	3.9	10.2	603
	10 кг/га	1.1	4.7	11.4	1680
40-45% от НВ	250 кг/га	1.2	2.0	5.6	323
	150 кг/га	1.2	2.7	6.8	453
	100 кг/га	1.0	3.1	7.6	670
	50 кг/га	1.1	4.3	11.7	866
	10 кг/га	1.2	5.5	12.5	1880
НСП ₀₅ (А)		0,07	0.06	0.194	5.3
НСП ₀₅ (В)		0,09	0.08	0.250	6.8
НСП ₀₅ (АВ)		0,07	0.06	0.194	5.3

Выводы

Таким образом, по результатам проведенных исследований нами было выявлено, что на светлокаштановых почвах Астраханской области оптимальный способ посадки джужгуна безлистного – это посадка саженцами. Также в этих почвенно-климатических условиях были разработаны элементы технологии выращивания саженцев джужгуна безлистного, в т.ч. норма высева – 250 кг/га, влага почвы в вегетационный период посев-всходы – 60-70% от НВ; поддерживаемая влага почвы в период вегетации – 20-25% от НВ.

Финансирование. Работа выполнена по теме НИР ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» № FNMW-2022-0008 “Разработать научно обоснованные агрофитомелиоративные технологии предотвращения опустынивания и деградации аридных кормовых угодий, пойменных лесных фитоценозов и земель сельхозназначения, повышения их продуктивности, увеличения биоразнообразия для восстановления почвенного плодородия и формирования стабильных степных, полупустынных и лесных экосистем”

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аличаев М.М., Султанова М.Г., Мусалаева П.Д. 2022. Дифференциация почвенных процессов по стадиям их развития в регионах засушливого климатического пояса // Аридные экосистемы. Т. 28. № 4 (93). С. 46-54. [Alichayev M.M., Sultanova M.G., Musalayaeva P.D. 2022. Differentiation of Soil Processes by Stages of Soil Formation in the Regions of a Dry Climatic Belt // Arid Ecosystems. Vol. 12. No. 4. P. 382-288.]
- Бобушев Т.С., Султаналиев К.Э. 2020. Оценка и адаптация подхода НБДЗ к классификации земельных ресурсов в Кыргызской Республике // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 43-47. [Bobushev T.S., Sultanaliev K.E. 2020. Evaluation and Adaptation of the Land Degradation Neutrality Approach to Land Classification Resources in the Kyrgyz Republic // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 123-126.]
- Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Кониева Г.Н., Пюрбеев Б.Г. 2014. Возделывание риса в лиманном агроландшафте Сарпинской низменности Республики Калмыкия // Плодородие. № 1 (76). С. 4-5.
- Грингоф И.Г., Бабушкин О.Л. 2010. Климат, погода и пастбищное животноводство. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-

МЦД. 352 с.

- Гунин П.Д., Панкова Е.И., Голованов Д.Л., Мандахбаяр Ж. 2018. Экосистемы природных оазисов пустынной зоны Центральной Азии. Ч. 1: Эхийн-гол – природниковый оазис Заалтайской Гоби. М.: Тов-во научных изданий КМК. 216 с.
- Гусев Е.М., Насонова О.Н., Ковалев Е.Э. 2021. Изменение влагообеспеченности территории речных бассейнов, расположенных в различных регионах земного шара, в связи с возможными изменениями климата // Аридные экосистемы. Т. 27. № 3 (88). С. 3-15. [Gusev E.M., Nasonova O.N., Kovalev E.E. 2021. Change in Water Availability in Territories of River Basins Located in Different Regions of the World due to Possible Climate Changes // Arid Ecosystems. Vol. 11. No. 3. P. 221-230.]
- Дедова Э.Б., Гольдварг Б.А., Цаган-Манджиев Н.Л. 2020. Деградация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 63-71. [Dedova E.B., Goldvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L. 2020. Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 140-147.]
- Доспехов Б.А. 2011. Методика полевого опыта. М.: Альянс. 350 с.
- Дубенок Н.Н., Дедова Э.Б., Адыев С.Б. 2009. Фитомелиоративная роль культур-освоителей засоленных земель Калмыкии // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. № 6. С. 22-25.
- Золотокрылин А.Н. 2005. Гетерогенность аридизации в центральной Азии в конце 20 века // Аридные экосистемы. Т. 11. № 26-27. С. 100-105.
- Золотокрылин А.Н., Гунин П.Д., Виноградова В.В., Бажа С.В. 2007. Изменение климата и состояние растительного покрова Монголии в 20 веке // Экосистемы Внутренней Азии: вопросы исследования и охрана. М.: Типография Россельхозакадемии. С. 89-100.
- Золотов Д.В., Черных Д.В., Бирюков Р.Ю., Першин Д.К., Малыгина Н.С., Грибков А.В. 2020. Изменение землепользования в Алтайском крае: проблемы и перспективы достижения Нейтрального Баланса Деградации Земель // Аридные экосистемы. Т. 26. № 2 (83). С. 25-33. [Zolotov D.V., Chernykh D.V., Biryukov R.Yu., Pershin D.K., Malygina N.S., Gribkov A.V. 2020. Change of Land Use in Altai Krai: Problems and Prospects for the Achievement of Land Degradation Neutrality // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 2. P. 106-113.]
- Кулик К.Н. 2004. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ. 248 с.
- Кулик К.Н., Булахтина Г.К., Тютюма Н.А. 2021. Изучение факторов влияния мелиоративно-кормовых лесных насаждений на аридные пастбищные экосистемы // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. № 2. С. 28-39.
- Кульжанова С.Н., Байдюсен А.А., Ботабекова Б.Т., Жумадилова Н.Б., Кенжегулова С.О. 2017. Особенности влияния антропогенных факторов на степные растения и их трансформация // Кормопроизводство. № 7. С. 7-12.
- Лозицкий А.Я. 2012. Многокомпонентность как источник стабильности урожаев полупустынных пастбищ Прикаспия // Земледелие. № 6. С. 19-20.
- Петров В.И., Зюзь Н.С., Подгорнов А.С. 1986. Создание лесопастбищ на подвижных песках Юго-Востока европейской части СССР. Рекомендации. М.: Госагропромиздат СССР. 25 с.
- Подопригоров Ю.Н., Хюпинин А.А. 2023. Джугун безлистный (*Calligonum aphyllum* (Pall.) Gürke) – эффективный фитомелиорант в засушливых условиях Северного Прикаспия // Известия НВ АУК. № 2 (70). С. 288-298.
- Пугачёва А.М., Беляев А.И., Трубакова К.Ю., Ромадина О.Д. 2022. Региональные изменения климата в сухих степях и их связь с засухами // Аридные экосистемы. Т. 28. № 4 (93). С. 13-21. [Pugacheva A.M., Belyaev A.I., Trubakova K.Yu., Romadina O.D. 2022. Regional Climate Changes in Arid Steppes and their Connection with Droughts // Arid Ecosystems. Vol. 12. No. 4. P. 353-360.]
- Раков А.Ю., Сирота М.А. 2015. Фитомелиорация – основа охраны почв, повышения эффективности и биологизации сельского хозяйства // Вестник АПК Ставрополя. № 2. Спецвыпуск. С. 147-153.
- Сергиенко В.Г., Константинов А.В. 2016. Прогноз влияния изменения климата на разнообразие природных экосистем и видов флористических и фаунистических комплексов биоты России // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. № 2. С. 29-44.
- Соколов С.Я., Связева О.А., Кубли В.А. 1980. Ареалы деревьев и кустарников СССР. Л.: Наука. Т. 2. 144 с.
- Сурхаев Г.А., Сурхаев И.Г., Кулик К.Н. 2019. Опыт лесомелиорации экосистем песчаных массивов Терско-Кумского междуречья Стародубцева // Экосистемы: экология и динамика. Т. 3. № 4. С. 5-23.
- Технические условия ОСТ 56-98-93. 1994. Отраслевой стандарт. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород [Электронный ресурс <https://dikipedia.ru/document/5348540> (дата обращения 05.12.2023)].
- Okonov M.M., Dedova E.B. 2015. Assessment of the Current State of Meliorative Regime of Natural and Anthropogenic Complexes in Kalmykia // Biosciences, Biotechnology Research Asia. Vol. 12. No. 3. P. 1011-1033.