

## ВЫЯВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ КЛИМАТИПОВ САКСАУЛА БЕЗЛИСТНОГО (*HALOXYLON APHYLLUM* (MINKW.) ILJIN) В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ

© 2025 С.Н. Крючков, А.В. Солонкин, А.С. Соломенцева,  
С.А. Егоров, Д.А. Горбушова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного  
лесоразведения РАН, г. Волгоград (Россия)

Поступила 21.03.2025

*Аннотация.* Саксаул безлистный (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Iljin) – типичный псаммофит, который начали широко внедрять в практику защитного лесоразведения в засушливых и полупустынных зонах, так как многолетний опыт выращивания показал, что насаждения из других древесных пород ксеромезофитной группы в полупустынной зоне не выдерживают жестких климатических условий и сравнительно быстро гибнут. Выявление устойчивых популяций саксаула проводилось нами как в естественных, так и в искусственно созданных насаждениях, популяционная изменчивость изучалась на постоянных пробных площадях, где детально описывалось каждое дерево. Выяснилось, что дефицит воды в почве (40% от полной влагоемкости) активизирует пропускную способность клеточных мембран корня саксаула, а чрезмерное насыщение влагой, напротив, замедляет его рост и развитие. Установлено, что при уменьшении солнечной радиации в период роста растений саксаул становится менее устойчивым к низким температурам зимой. Критическая температура для него изменяется с –19–20°C до –13–14°C. На основе результатов эксперимента были обнаружены отрицательные температуры, при которых начинается массовое (более 50%) отмирание растений. С приходом весны, когда температура становится положительной, саксаул начинает активно расти и развиваться. Обычно это происходит в течение 6–10 дней. К этому времени его способность выдерживать морозы снижается до –18–22°C. Среди климатипов саксаула безлистного по устойчивости к комплексному воздействию факторов можно выделить две группы: климатипы из Казахстана, отличающиеся высокой устойчивостью; климатипы из Узбекистана и Астраханской области со средней устойчивостью.

*Ключевые слова:* саксаул безлистный, рост, развитие, аридные условия, экология

### Введение

Многолетний опыт лесоразведения показал, что защитные лесные насаждения из дуба, акации и других древесных пород ксеромезофитной группы растений в полупустынной зоне не выдерживают жестких климатических условий и сравнительно быстро гибнут (Новицкий и др., 2022). Поэтому в последние несколько десятилетий лесоводы страны пытались внедрить в эту

зону саксаул безлистный, который способен противостоять экстремальным воздействиям среды (Сапарова и др., 2023). Успех выращивания саксаула безлистного в Харабалинском лесхозе Астраханской области не прошел незамеченным лесоводами других соседних областей. Его начали широко внедрять в практику защитного лесоразведения (Байбеков, Ибрагимов, 2019; Вибе и др., 2022; Иргашев и др., 2022a). Однако по неустановленным причинам он выпадает в отдельные годы – сразу же после посадки или через год. Вышеописанное обстоятельство послужило поводом для изучения его экологии.

Для понимания экологических черт саксаула безлистного важны наблюдения за его ростом и развитием на различных агрофонах (Бекбулатова и др., 2022; Шамсутдинова и др., 2019; Bayarsaikhan et al., 2023). При разработке программы испытаний актуален учет факторов, ко-

---

Крючков Сергей Николаевич, главный науч. сотр., доктор с.-х. наук, [kyuchkovs@vfanc.ru](mailto:kyuchkovs@vfanc.ru); Солонкин Андрей Валерьевич, докт. с.-х. наук, заместитель директора, руководитель селекционно-семеноводческого центра, [mishamax73@mail.ru](mailto:mishamax73@mail.ru); Соломенцева Александра Сергеевна, канд. с.-х. наук, ведущ. науч. сотр., [alexis2425@mail.ru](mailto:alexis2425@mail.ru); Егоров Сергей Анатольевич, мл. науч. сотр., аспирант, [serzh-egorov-94@mail.ru](mailto:serzh-egorov-94@mail.ru); Горбушова Дарья Алексеевна, лаборант-исследователь, [gorbushova-d@vfanc.ru](mailto:gorbushova-d@vfanc.ru)

торые смогли бы повысить его устойчивость в местах интродукции (Калмыкова и др., 2023). Успехи внедрения саксаула безлистного могут зависеть от географического происхождения семян, для чего необходим учет истории и изучение динамики ареалов древесных растений (Иргашев, 2022б; Akhmetov et al., 2022). Породы, виды и формы, произрастающие в различных частях ареала, формируют наследственные особенности в соответствии с экологической обстановкой. Эти особенности по-разному проявляются при интродукции в новые районы. Исходя из этих положений, семена саксаула требуют заготовки в естественных насаждениях. Целью исследований являлось выявление адаптационных признаков, определяющих ценность каждого климатипа саксаула, а также изучение влияния неблагоприятных факторов среды на устойчивость растений в летний и зимний периоды.

### Материалы и методы

При выявлении наследственных качеств семян, определяющих ценность каждого климатипа саксаула, были поставлены опыты по изучению влияния влажности почвы и ее засоления на рост и устойчивость испытываемых образцов. Экологические опыты ставились как по каждому фактору в отдельности, так и при их взаимном сочетании. Изучение сопровождалось определением показателей водного режима: оводненности (высушиванием образцов в сушильном шкафу при 105 °С), интенсивности транспирации, вододерживающей способности (потерей воды изолированными листьями в процессе завядания по часам; использованием гипертонических растворов сахарозы с нарастающим осмотическим потенциалом), поглотительной способности корня для воды (Шамсутдинова и др., 2022). По окончании вегетационного периода учитывалась масса корней и надземной части растений. В дальнейшем для изучения действия экологических факторов были поставлены специальные опыты по выяснению влияния засоления (0,25-0,50% по Cl<sup>-</sup>), влажности почвы (20-80% от полной влагоемкости (ПВ)), их взаимном сочетании на устойчивость климатипов саксаула в зимний период. На указанных вариантах опыта по влажности и засолению почвы растения находились до октября, после чего создавались нормальные условия для прохождения закаливания. Затем в декабре-марте образцы подвергались прямому промораживанию в камере искусственного климата. Отдельно ставился опыт по изучению воздействия оттепелей на устойчивость саксаула в зимний период. Учет и оценка повреждений после действия низких отрицательных температур проводились прямым методом, основан-

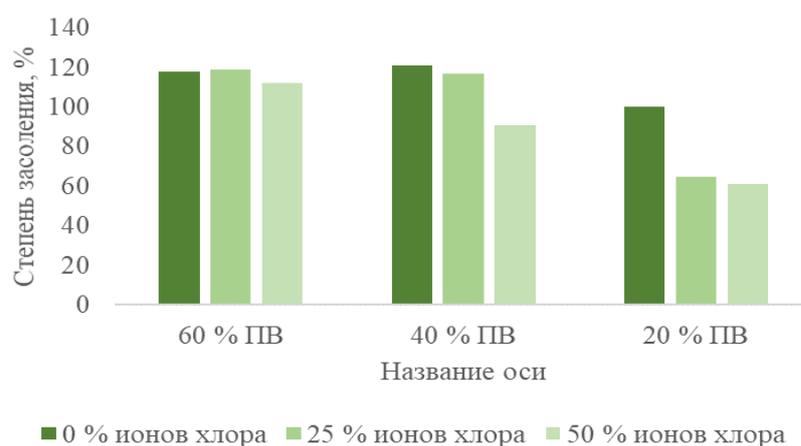
ном на наблюдении за испытываемыми растениями при последующем их выращивании в теплице. В качестве основной использовалась методика селекционных исследований, адаптированная учеными ФНЦ агроэкологии РАН для работы с саксаулом безлистным (Крючков и др., 2016).

### Результаты и обсуждение

Изучая особенности водного баланса растения в трудных почвенно-климатических условиях, важно было уделить внимание аппарату поглощения и водоотдачи растения, так как недостаточное увлажнение почвы, а также наличие солей оказывают существенное влияние на поглотительную способность корневой системы. Саксаул безлистный, как типичный псаммофит, в процессе онтогенеза адаптировался к засухе, а поэтому недостаток влаги в почве (40% от ПВ) оказывает стимулирующее действие на его пропускную способность клеточных мембран корня (рис. 1). Влажность почвы 60% от ПВ, судя по скорости поступления воды, является для саксаула избыточной.

При глубокой засухе (20% от ПВ) проницаемость мембран корня саксаула ухудшается, что ведет к сокращению поступления воды на 10-18%. Пропускная способность корня на вариантах с засолением почвы сохраняется благодаря галофитности саксаула безлистного на достаточно высоком уровне. Однако при глубокой засухе в сочетании с засолением, а также из-за высокого осмотического потенциала почвенного раствора скорость поступления воды в корень снижается. Тем не менее, на этих вариантах гибель растений не наблюдалась благодаря экономному расходу воды ассимиляционными побегами. Как видно из табл. 1, интенсивность транспирации климатипов саксаула безлистного при засолении, сочетающемся с влажностью почвы 60 и 40% от ПВ, в 2-13 раз больше, чем на вариантах по совместному действию глубокой засухи и засоления. В процессе изучения было установлено, что недостаток влаги в почве способствует повышению вододерживающей способности тканей ассимиляционных побегов и корней саксаула почти в 2 раза.

По мере усиления воздействия засухи, стойкость корней саксаула к обезвоживанию возрастала в 2,5 раза, побегов – 4 раза. На вариантах с засолением и высоким содержанием влаги в почве наблюдалось возрастание вододерживающей способности по сравнению с пресным фоном. Испытывая одновременное действие недостатка влаги в почве (40% от ПВ) и хлоридного засоления, побеги саксаула удерживали воды



**Рис. 1. Скорость поступления воды в клетки поглощающего корня саксаула безлистного (1 мм/час).**

**Fig. 1. The rate of water intake into the cells of the absorbing root leafless saxaul (1 mm/hour).**

*Таблица 1*

**Интенсивность транспирации климатипов саксаула безлистного (мг/г сырого веса / час)**

**Transpiration rate of saxaul climatypes (mg/g of raw weight per hour)**

Климатипы саксаула	Степень засоления почвы по ионам хлора, %	Влажность почвы, % от полной влагоемкости		
		60	40	20
Узбекистан	0	356	338	157
	0,25	304	211	–
	0,50	143	86	–
Казахстан	0	401	278	167
	0,25	319	258	91
	0,50	182	118	62
Харабали, Астраханская обл.	0	482	429	380
	0,25	338	332	141

в 4-5 раз больше, чем на вариантах без засоления. При снижении влажности почвы до 20% от ПВ и в присутствии солей наблюдался дальнейший рост водоудерживающей способности.

Ткани побегов и корней отдавали в гипертонический раствор сахарозы с сосущей силой в 102 атм малое количество воды (3,5-5,7% от общего ее содержания). Таким образом, наиболее благоприятный водный режим у саксаула безлистного, судя по поглотительной способности корня, интенсивности транспирации и стойкости тканей к обезвоживанию, складывается на варианте, сочетающем недостаток влаги в почве (40% от ПВ) с хлоридным засолением 0,25% по Cl<sup>-</sup>.

Характеризовать устойчивость древесных пород к неблагоприятным условиям среды можно по их репарационной способности – степени восстановления тургора при потере листьями 35-40% воды от ее общего содержания. Данные, полученные в опыте по изучению репарационной способности саксаула безлистного, представлены в табл. 2.

Установлено, что при потере ассимиляционными побегами 40% воды от ее общего содержания их репарационная способность закономерно возрастает при снижении влажности почвы. Наибольший процент сохранивших тургор побегов отмечен у климатипов из Астраханской области (при степени засоления 0,25% и влажности почвы 60 ПВ наблюдалась 89% сохранность). Для той же степени засоления время отдачи побегами 40 % воды при влажности почвы 40 ПВ выросло почти вдвое (с 13 до 24 минут).

В ходе опыта было установлено, что увеличивается при засухе время, за которое побеги теряют 40% воды; наибольшую устойчивость проявили климатипы из Казахстана. Было выявлено, что увеличение процентного содержания хлористого натрия (0,50% по Cl<sup>-</sup>) способствует дальнейшему росту водоудерживающей способности и уменьшению репарации побегов саксаула.

Окончательный вывод о степени устойчивости климатипов саксаула безлистного к засухе и засолению основывался на результатах оценки его роста и сохранности (табл. 3).

**Репарационная способность побегов саксаула**  
**The reparative ability of saxaul shoots**

Климатипы саксаула	Степень засоления почвы по ионам хлора, %	Влажность почвы, % от полной влагоемкости					
		60		40		20	
		% ассимиляционных побегов, восстановивших тургор	Время отдачи побегов 40% воды, мин	% ассимиляционных побегов, восстановивших тургор	Время отдачи побегов 40% воды, мин	% ассимиляционных побегов, восстановивших тургор	Время отдачи побегов 40% воды, мин
Узбекистан	0	89	19	94	19	94	20
	0,25	87	21	89	35	–	–
	0,50	82	22	89	47	–	–
Казахстан	0	92	7	86	16	97	34
	0,25	85	21	91	29	–	–
	0,50	78	32	91	33	–	–
Харабали, Астраханская обл.	0	88	8	95	8	97	19
	0,25	89	13	96	24	–	–

Таблица 3

**Рост (Н) и сохранность климатипов саксаула при различной влажности и засолённости**  
**Growth (H) and preservation of saxaul climatypes at different humidity and salinity**

Климатипы саксаула	Степень засоления почвы по ионам хлора, %	Влажность почвы, % от полной влагоемкости					
		60		40		20	
		Н, см	Сохранность, %	Н, см	Сохранность, %	Н, см	Сохранность, %
Узбекистан	0	17±0,8	99	20±0,7	100	18±0,6	86
	0,25	15±0,5	93	17±0,6	100	–	–
	0,50	13±0,5	96	17±0,5	100	–	–
Казахстан	0	14±0,3	92	18±0,4	100	17±0,5	93
	0,25	16±0,5	99	26±1,6	100	16±0,5	90
	0,50	18±0,5	94	17±0,4	100	16±0,6	90
Харабали, Астраханская обл.	0	13±0,7	90	14±0,5	100	18±0,6	94
	0,25	16±0,6	98	15±0,5	100	12±0,5	76

Лучше всего растут сеянцы саксаула при недостаточном увлажнении почвы (40% от ПВ). Влажность почвы 60% от ПВ явно избыточная, так как отрицательно действует на рост всех климатипов саксаула. Засоление в пределах 0,25% по СГ оказывает положительное влияние на рост климатипов из Астраханской области и Казахстана на почвах с влажностью 60 и 40% от ПВ. При недостатке влаги в почве отмечена 100% сохранность растений и наилучшее состояние.

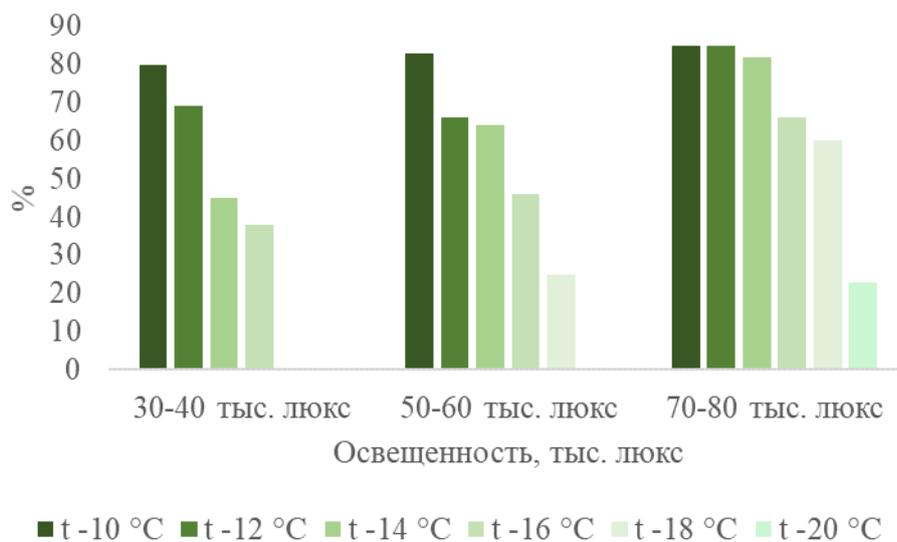
Как типичный галофит, саксаул безлистный при наличии небольшого количества солей в почве способен интенсивно накапливать биомассу. Результаты опытов показали, что если принять сухой вес одного растения, растущего на пресном фоне при влажности почвы 60% от ПВ, за 100, то при засолении 0,25% по СГ его биомасса возрастает в 1,8 раза, а при 0,50% – в 1,2 раза. Стимулирующее действие на накопление биомассы особенно четко проявилось на ва-

риантах с влажностью почвы 40% от ПВ. В этих условиях биомасса саксаула безлистного увеличилась в 1,5-1,8 раза по сравнению с пресным фоном (60% от ПВ), а при засолении 0,25% по СГ – в 2,4-4,7 раза. При засухе (20% от ПВ) и засолении 0,25-0,50% по СГ растения не имели признаков явного угнетения. Сухой вес растений на этих вариантах в 1,2-1,6 раза превышал вес растений на пресном фоне с влажностью 60% от ПВ. Особенно четкие различия по накоплению биомассы при умеренной засухе и засолении отмечены у климатипа саксаула безлистного из Казахстана.

Изучение влияния освещенности на формирование морозоустойчивости саксаула также представляет значительный интерес. Известно, что в местах естественного произрастания саксаул успешно растет и развивается при высокой солнечной активности. При перенесении растений в Астраханскую область поток солнечной радиации и сумма положительных температур

падают, а влажность возрастает. Такая смена климатических факторов, безусловно, отражается на морфофизиологической ритмике годового цикла развития саксаула. В связи с этим были поставлены опыты по выяснению влияния количества падающего света, т. е. интенсивности освещения на развитие морозоустойчивости саксаула. Были созданы три фона освещенности: контрольные растения выращивались при величине освещения 30-40 тыс. люкс, опытные –

при 50 и 80% освещенности. В таких условиях растения находились до октября, после чего были созданы нормальные условия для прохождения закалывания. Воздействие отрицательных низких температур от  $-10$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  изучали в декабре-январе в климатической камере. Результаты опыта по влиянию освещенности на развитие морозоустойчивости саксаула безлистного приведены на рис. 2.



**Рис. 2. Влияние освещенности на сохранность растений саксаула.**

**Fig. 2. The influence of lighting on the plant safety of saxaul.**

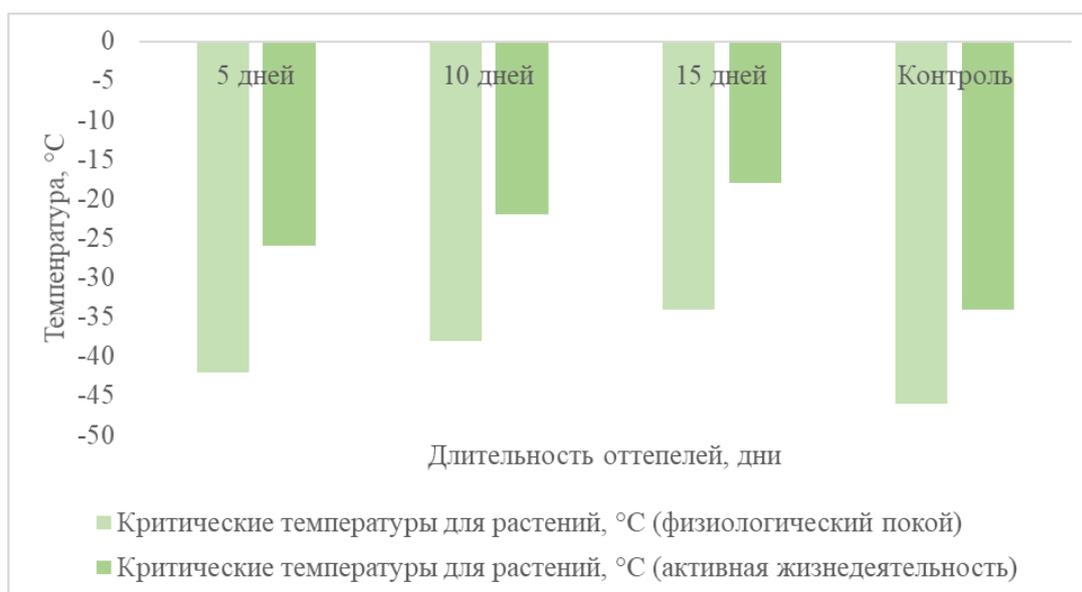
Недостаток солнечной радиации резко снижает морозоустойчивость саксаула в связи с низким уровнем накопления пластических веществ, особенно при слабой освещенности. При ослаблении потока солнечной радиации во время вегетации растений критические температуры по устойчивости саксаула в зимний период изменяются с  $-19-20^{\circ}\text{C}$  до  $-13-14^{\circ}\text{C}$ . Кроме того, недостаток солнечной радиации и избыточное увлажнение в отдельные месяцы вегетации способствует развитию мучнистой росы, камароспориоза и фузариоза. Отсюда следует, что оптимальным экологическим фоном для роста и развития саксаула являются высокая солнечная радиация в течение всей вегетации и небольшая влажность почвы. При таком сочетании факторов саксаул безлистный способен развивать высокую морозоустойчивость в осенне-зимний период.

Еще одним существенным фактором, влияющим на морозоустойчивость древесных пород, является воздействие оттепелей в зимний период. При внезапном наступлении морозов после длительных оттепелей, как это часто бывает в неблагоприятные для перезимовки растений

годы, отдельные их экземпляры легко повреждаются и погибают.

При изучении морозоустойчивости саксаула в зависимости от продолжительности периода покоя учитывались сроки воздействия повышенной температуры на растения, находящиеся в стадии физиологического покоя и в период их перехода от состояния вынужденного покоя к активной жизнедеятельности. Исходя из экспериментального материала, были найдены отрицательные температуры, при которых начинается массовый отпад растений (более 50%). При воздействии оттепелей в зимний период было установлено, что саксаул в начале и середине зимы способен адаптироваться к низким температурам (рис. 3).

В этот период он находится в стадии физиологического покоя в течение 16-24 дней и снижает морозоустойчивость с  $-46^{\circ}\text{C}$  (без воздействия оттепелей) до  $-38-34^{\circ}\text{C}$  (во время оттепелей в течение 10-15 дней). К моменту наступления весны при воздействии положительных температур саксаул способен в течение 6-10 дней перейти к активной жизнедеятельности. К этому сроку его морозоустойчивость снижается до  $-18-22^{\circ}\text{C}$ .



**Рис. 3. Воздействие оттепелей на морозостойчивость саксаула.**

**Fig. 3. The impact of thaws on the frost resistance of saxaul.**

Из климатипов саксаула безлистного по степени устойчивости к комплексному действию факторов оказались: с высокой (1 группа) – растения, выращенные из семян, заготовленных в насаждениях Казахстана, со средней (2 группа) – растения из южных областей Узбекистана и Астраханской области.

### Заключение

Полученные данные по изучению действия неблагоприятных факторов среды на саксаул безлистный в период вегетации и в зимний период позволяют получить сведения по биологии этого вида и впоследствии правильно его рай-

онировать с учетом природных условий произрастания.

Проведенные исследования показывают, что на слабозасоленных легкосуглинистых бурых почвах саксаул безлистный может быть устойчивым видом, который имеет перспективу лесоразведения в районах Астраханской области. Для обеспечения лесокультурных работ семенами высокого качества в настоящее время необходимо закладывать лесосеменные участки из климатипов саксаула Узбекистана и Казахстана, так как они являются более приспособленными к сложным почвенно-климатическим условиям.

*Благодарности / Acknowledgements Работа выполнена в рамках Государственного задания FNFE-2025-0009 (регистрационный номер 125021402256-6) «Создание новых генотипов, сортов, форм древесных, кустарниковых, культурных растений с высокоценными признаками продуктивности, качества, устойчивостью к био- и абиострессорам с использованием классических и современных методов селекции, новые инновационные технологии в питомниководстве и семеноводстве, для решения задач по предотвращению деградации и опустынивания агроландшафтов в условиях изменяющегося климата».*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Список русскоязычной литературы

**Байбеков Е., Ибрагимов Т.** Ботанические особенности и биохимические показатели саксаулов // Вестн. Северо-Казахстанского гос. ун-та им. М. Козыбаева. 2019, № 3 (44). С. 13–17.

**Бекбулатова Г., Калымбетова А., Байбеков Е.** Морфологическая характеристика популяций саксаула на территории Казахстана // Актуальные науч. иссл. в соврем. мире. 2022, № 1–2 (81). С. 10–13.

**Вибе Е.П., Федотова З.А., Крекова Я.А.** Саксауловые насаждения Кызылкумов: методология, галлообразователи и вопросы селекционной оценки: Практическое пособие. Щучинск; Костанай: Принт Центр, 2022. 108 с.

**Иргашев Т.А., Ханджаров А., Иргашев С.Т.** Зимние культурные пастбища с использованием саксаула черного в условиях аридной зоны Таджикистана // Аграрн. вестн. Приморья. 2022а, № 4 (28). С. 6–12.

**Иргашев Т.А., Ханджаров А., Иргашев С.Т.** Создание зимних культурных пастбищ с использованием саксаула черного в условиях аридной зоны Таджикистана // Изв. Оренбург. гос. агр. ун-та. 2022б, № 6 (98). С. 98–103.

**Калмыкова Е.В., Мельник К.А., Кузьмин П.А.** Видовые различия в содержании фотосинтетических пигментов у растений аридных территорий юга России // Аграрн. вестн. Урала. 2023, № 3 (232). С. 32–42.

**Крючков С.Н., Морозова Е.В., Иозус А.П.** Биоэкологические особенности адаптации саксаула черного в условиях юго-востока европейской территории России // Успехи совр. естествозн. 2016. № 12–2. С. 303–308.

**Новицкий З.Б., Хамзаев А.Х., Бакиров Н.Ж. и др.** Создание постоянных лесосеменных участков саксаула (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.)) на осушенном дне Аральского моря // Rus. J. Ecosystem ecol. 2022. Vol. 7 (2). pp. 108. DOI: doi.org/10.21685/2500-0578-2022-2-1

**Сапарова Ш., Мухыев К., Тойлыева Т. и др.** Саксаул // Интернаука: электрон. научн. журн. 2023. № 8–2 (278). С. 55–56. URL: internauka.org/journal/science/internauka/278 (дата обращения: 20.02.2025)

**Шамсутдинова Э.З., Шамсутдинов Н.З., Ибрагимов И.О. и др.** Пастбищезащитные черносаксауловые полосы в Среднеазиатской пустыне: средообразующая и продукционная функции // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25, № 2 (79). С. 43–51.

**Шамсутдинова Э.З., Шамсутдинов Н.З., Савченко И.В. и др.** Особенности формирования корневой системы у некоторых кормовых полукустарниковых и кустарниковых галофитов в предгорной пустыне Узбекистана // Сельскохозяйств. биол. 2022. Т. 57, № 1. С. 27–43.

#### **Общий список литературы / Reference List**

**Bajbekov E., Ibragimov T.** Botanical features and biochemical parameters of saksauls // Bull. of M. Kozybayev North Kazakhstan Univ. 2019. No. 3 (44). pp. 13–17. (In Russ.).

**Bekbulatova G., Kalymbetova A., Bajbekov E.** Morphological characteristics of saxaul populations in Kazakhstan // Actual sci. res. in the modern world. 2022. No. 1–2 (81). pp. 10–13. (In Russ.).

**Vibe E.P., Fedotova Z.A., Krekova Ya.A.** Saxaul plantings of Kyzylkums: methodology, gallo-formers and issues of breeding assessment: A practical guide. Shchuchinsk; Kostanaj: Print Centre, 2022. 108 p. (In Russ.).

**Irgashev T.A., Handzharov A., Irgashev S.T.** Winter cultural pastures using black saxaul in the conditions of the arid zone of Tajikistan // Agrarian bull. of Primorye. 2022a. No. 4 (28). pp. 6–12. (In Russ.).

**Irgashev T.A., Handzharov A., Irgashev S.T.** Creation of winter cultural pastures using black saxaul in the conditions of the arid zone of Tajikistan // Bull. Orenburg state agrarian univ. 2022b, No. 6 (98). pp. 98–103. (In Russ.).

**Kalmykova E.V., Melnik K.A., Kuzmin P.A.** Species differences in the content of photosynthetic pigments in plants of arid territories of southern Russia // Agrarian bull. of Urals. 2023, No. 3 (232). pp. 32–42. (In Russ.).

**Kryuchkov S.N., Morozova E.V., Iozus A.P.** Bioecological features of adaptation of the black saxaul in the conditions of the south-east of the European territory of Russia // Advances in current natur. sci. 2016. No. 12–2. pp. 303–308. (In Russ.).

**Novickij Z.B., Hamzaev A.H., Bakirov N.Zh. et al.** The creation of permanent forest-seed plots of saxaul (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.)) on the drained bottom of the Aral Sea // Rus. J. Ecosystem ecol. 2022. Vol. 7 (2). DOI: 10.21685/2500-0578-2022-2-1 (In Russ.).

**Saparova Sh., Muhyev K., Tojlyeva T. et al.** Saksaul // Internauka (Online). 2023. No. 8–2 (278). pp. 55–56. URL: internauka.org/journal/science/internauka/278 (accessed: 20.02.2025). (In Russ.).

**Shamsutdinova E.Z., Shamsutdinov N.Z., Ibragimov I.O. et al.** Pasture-protective black saksaul bands in the Central Asian desert: environment-forming and productive functions // Arid ecosystems. 2019. Vol. 25, No. 2 (79). pp. 43–51. (In Russ.).

**Shamsutdinova E.Z., Shamsutdinov N.Z., Savchenko I.V. et al.** Features of the formation of the root system in some forage semi-shrub and shrub halophytes in the foothill desert of Uzbekistan // Agric. Biol. 2022. Vol. 57, No 1. pp. 27–43. (In Russ.).

**Akhmetov R.S., Mambetov B.T., Kentbaev Y.Zh. et al.** Growth and development of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) depending on the main methods of tillage in Kazakhstan: tillage methods; black saxaul; forest plantations; average indicators; condition; survival rate; height // Herald sci. S. Seifullin Kazakh agrotech. res. univ. 2022, No. 4 (115), part 2. pp. 86–95. DOI: 10.51452/kazatu.2022.4.1251.

**Bayarsaikhan U., Batkhuyag A., Ganbaatar B. et al.** Effects of environmental conditions on seed yield of larch forest in green zone of Ulaanbaatar // Mongolian J. Geogr. Geocol. 2023. Vol. 60, No. 44. pp. 11–20.

# IDENTIFICATION OF RESISTANT CLIMATYPES OF LEAFLESS SAXAUL (*HALOXYLON APHYLLUM* (MINKW.) ILJIN) IN ARID CONDITIONS

© 2025 S.N. Kryuchkov, A.V. Solonkin, A.S. Solomentseva,  
S.A. Egorov, D.A. Gorbushova

Federal Research Centre for agroecology, complex reclamation and protective afforestation RAS,  
Volgograd, (Russia)

*Abstract.* Leafless saxaul (*Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Iljin) is a typical psammophyte that has begun to be widely introduced into the practice of protective afforestation in arid and semi-desert zones, as many years of growing experience have shown that plantings from other tree species of the xeromesophytic group in the semi-desert zone cannot withstand harsh climatic conditions and die relatively quickly. The identification of stable saxaul populations was carried out in both natural and artificially created plantations, population variability was studied in permanent test areas, where each tree was described in detail. It turned out that shortage of water in the soil (40% of the total moisture capacity) activates the capacity of the cell membranes of the saxaul's root, and excessive moisture saturation, on the contrary, slows down its growth and development. It has been found that with a decrease in solar radiation during plant growth, saxaul becomes less resistant to low temperatures in winter. The critical temperature for it changes from  $-19-20^{\circ}\text{C}$  to  $-13-14^{\circ}\text{C}$ . Based on the results of the experiment, negative temperatures were found, at which mass plant death begins (more than 50%). With the arrival of spring, when the temperature becomes positive, the saxaul begins to actively grow and develop. This usually happens within 6-10 days. By this time, its ability to withstand frosts is reduced to  $-18-22^{\circ}\text{C}$ . Two groups can be distinguished among the climatotypes of the leafless saxaul in terms of resistance to the complex effects of factors: climatotypes from Kazakhstan, which are highly resistant; climatotypes from Uzbekistan and the Astrakhan region with moderate resistance.

*Keywords:* leafless saxaul, growth, development, arid conditions, ecology