

УДК 635.054:581.522.5

## БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ САКСАУЛА ЧЕРНОГО В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

<sup>2</sup>Крючков С.Н., <sup>1</sup>Морозова Е.В., <sup>1</sup>Иозус А.П.

<sup>1</sup>Камышинский технологический институт (филиал), ГОУ «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: end@kti.ru;

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации, Волгоград

На юго-востоке европейской части России пастбищные угодья занимают десятки миллионов гектаров. Однако в результате антропогенной нагрузки произошла их резкая деградация, их продуктивность составляет 2–4 ц/га воздушно-сухой массы. Кроме того, существенным недостатком в этом регионе является бедный видовой состав растений, их низкая питательная ценность. В целях обогащения состава кормовой растительности, улучшения условий содержания скота на пастбищных землях создают системы пастбище-защитных лесных полос. Они включают мелиоративно-кормовые насаждения из ценных кустарников для отдыха животных и защиты ферм и кошар от холодных ветров зимой. Наиболее подходящей породой для подобных насаждений является саксаул черный. Саксаул черный сочетает признаки засухоустойчивости и солеустойчивости, проявляет способность регулирования процессов жизнедеятельности в зависимости от изменений условий окружающей среды. Накопленный опыт интродукции саксаула на юго-востоке европейской территории России свидетельствует о перспективности использования местных адаптированных экотипов, которые акклиматизировались в новых почвенно-климатических условиях, изменили ритмы роста и развития, физиолого-биохимические структуры тканей, что обеспечило растениям хорошую подготовку к зиме и перезимовке. Как следствие, они имели стабильное состояние и продуктивность. Это открывает возможности целенаправленной селекции саксаула на устойчивость к абиотическим факторам. Наиболее надежный метод – сочетание размножения саксаула местной репродукции с селекционным отбором инорайонных климатипов. При интродукции саксаула необходимо учитывать экологическое происхождение и формовое разнообразие исходных растений, что очень важно для организации его семеноводства и создания устойчивых агролесомелиоративных насаждений. Таким образом, формы, экотипы и климатипы саксаула черного являются наиболее перспективными для пастбищных защитных насаждений.

**Ключевые слова:** саксаул черный, пастбища, защитные насаждения, засухоустойчивость, солеустойчивость, морозоустойчивость, адаптация

## THE BIOECOLOGICAL FEATURES OF ADAPTATION OF BLACK SAXAUL IN CONDITIONS OF THE SOUTH-EAST OF EUROPEAN TERRITORY IN RUSSIA

<sup>2</sup>Kryuchkov S.N., <sup>1</sup>Morozova E.V., <sup>1</sup>Iozus A.P.

<sup>1</sup>Reader of Kamyshin Tecnological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: end@kti.ru;

<sup>2</sup>ALL-Russian Research Institut of Agroforest Melioration, Volgograd

In the southeast of the European part of Russia rangelands occupy tens of millions of hectares. However, as a result of anthropogenic load occurs their sharp degradation, their productivity is 2–4 tons/ha of air-dry weight. In addition, a significant disadvantage in this area is an poor species composition of plants, their low nutritional value. Systems of pasture protective forest strips are created in order to enrich the composition of fodder plants, improve the conditions of detention of cattle on pasture land. These include reclamation-fodder plantings of valuable shrubs for recreation of animals and protection of farms and sheepyards from cold winds in winter. Saxaul black is the most suitable breed for such plantings. Black saxaul combines signs of drought resistance and salt tolerance, exhibits the ability to regulate the vital processes according to changes in environmental conditions. Experience of introduction of saxaul in the southeast of the European part of Russia show the availability of locally adapted ecotypes that are acclimatized to the new soil and climatic conditions, changed the growth and development rhythms, physiological and biochemical structure of the tissues that provide plants with a good preparation to overwintering. As a consequence, they had a stable condition and productivity. This opens up the possibility of a targeted selection of saxaul on stability to abiotic factors. The most reliable method – a combination of reproduction of haloxylon local reproductions with selective breeding of climatotypes from other areas. At the introduction of saxaul must take into account the ecological origin and form diversity of the parent plant, which is very important for the organization of its seed production and the creation of sustainable forest amelioration plantations. Thus, forms, ecotypes and climatotypes of black saxaul are the most promising for the protective plantations of pastureland.

**Keywords:** black saxaul (Haloxylon), pastures, protective plantings, drought tolerance, salt tolerance, resistance to frost, adaptation

На юго-востоке европейской части России пастбищные угодья занимают десятки миллионов гектаров. Однако в результате антропогенной нагрузки произошла их резкая деградация, их продуктивность составляет 2–4 ц/га воздушно-сухой массы. Кроме

того, существенным недостатком в этом регионе является бедный видовой состав растений, их низкая питательная ценность. В целях обогащения состава кормовой растительности, улучшения условий содержания скота на пастбищных землях создают

системы пастбищезащитных лесных полос, включающие мелиоративно-кормовые насаждения из ценных кустарников для отдыха животных и для защиты ферм и кошар от холодных ветров зимой.

Наиболее подходящей породой для подобных насаждений является саксаул чёрный.

**Цель исследования** – изучение биологических характеристик и особенностей адаптации саксаула черного в условиях юго-востока европейской территории России.

#### **Материалы и методы исследования**

Саксаул чёрный – древовидный кустарник высотой 3–4 м. Отдельные экземпляры его в благоприятных условиях достигают высоты 10–12 м с диаметром ствола 25–50 см, крона ажурная, однолетние побеги зелёные с недоразвитыми листьями.

Саксаул чёрный занимает относительно небольшие площади, приуроченные к берегам и руслу древних рек, произрастает в различных экологических условиях.

Это растение сочетает признаки ксеро-, гало- и мезофита, проявляет способность регулирования процессов жизнедеятельности в зависимости от изменений условий среды. С наступлением высокой температуры и дефицита влаги у саксаула начинается состояние полупокоя в связи со значительным снижением энергии ростовых процессов, обмена веществ и опадением части ассимилирующих побегов. Осенью после выпадения атмосферных осадков и снижения температуры воздуха у него восстанавливаются развитие и созревание плодов, отрастание зелёных побегов.

Саксаул чёрный довольно требователен к водно-солевому режиму почвогрунта. Лучше всего он растёт на супесчаных и суглинистых серозёмах с высокой фильтрационной способностью, особенно при залегании грунтовых вод на глубине 5–20 м. В этих условиях развивает мощную, глубоко проникающую корневую систему, достигающую уровня грунтовых вод или влажных слоёв почвогрунта. Он выдерживает минерализацию грунтовых вод до 40 г/л сухого остатка и накапливает в ассимиляционных тканях 30–45 % водорастворимых солей. По типу аккумуляции солевых веществ относится к щелочно-натриевым растениям [2, 5].

В регионе ЮВ ЕТР саксаул естественно не произрастает, поэтому актуален вопрос об организации местных лесосеменных баз. Опыт лесоводов Узбекистана, Казахстана и Туркмении, а также исследования ВНИАЛМИ показывают, что в целях интродукции саксаула чёрного допустимы единовременные перемещения семян при наличии сходных почвенно-климатических условий с востока на запад до 1500 км (лучше 800–1000 км), с запада на восток 650–700 км, с юга на север 400–450 км, с севера на юг 500–600 км. При этом основные территории пустынь и полупустынь бывшего СССР были разбиты на семь широтных зон, в пределах которых разрешалась переброска семян саксаула при лесомелиоративных работах [4].

В естественных саксаульниках у растений имеется несколько экоформ. Существуют формы, устойчивые к болезням и вредителям, имеющие хорошее качество семян и высокие таксационные показатели. Использование качественного семенного материала

из высокопродуктивных и здоровых насаждений – залог создания биологически устойчивых мелиоративных насаждений.

В качестве основных методов исследования применялись методы селекционных исследований, адаптированные учеными ВНИАЛМИ для работы с саксаулом черным [1, 4].

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Первый опыт по изучению возможности использования семян саксаула черного выполнен во ВНИАЛМИ в 1969 г. [3]. Для этого в Сасыкольском питомнике Хараба-линского лесхоза Астраханской обл. выселили семена местного климата со ст. Дасанг и инорайонного происхождения (Казахстан и Средняя Азия).

Попытки интродуцировать саксаул чёрный в юго-восточные районы европейской части РФ предпринимались ещё полвека назад. Первыми удачными оказались посадки 1943 г. на ст. Дасанг Астраханской обл., сохранившиеся до настоящего времени. В хорошем состоянии находятся насаждения, созданные в 1965 г. в Хараба-линском лесхозе Астраханской обл. из семян, завезенных из Кызыл-Ординской обл., т.е. северо-западной части естественного ареала саксаула.

Приживаемость культур местного происхождения, созданных в урочище «Кордон» того же лесхоза, составила 76%, кзыл-ординского климата 75, ташаузского 55, ургенчского 40, ферганского 17%. Основной причиной гибели или низкой сохранности посевов явилась недостаточная морозоустойчивость растений южного происхождения [3].

Всего до настоящего времени в опытно-производственных культурах Астраханской, Волгоградской обл. и Калмыкии испытано 19 экотипов саксаула. После суровой зимы 1971/72 г. (абсолютный минимум – 40 °С) хорошо сохранились кзыл-ординский, джамбульский, ташаузский и хорезмский климаты. Почти полностью погибли посадки ферганского, бухарского происхождения и другие из южных районов Узбекистана и Туркмении. Таким образом, полученные результаты дают возможность предварительно определить допустимые границы использования посевного материала саксаула чёрного для Северного Прикаспия. Они проходят южнее Аральского моря, по северным районам Бухарской обл. и южной границе Казахстана.

При интродукции саксаула необходимо учитывать экологическое происхождение и формовое разнообразие исходных растений,

что очень важно для организации его семеноводства и создания устойчивых агролесомелиоративных насаждений. Недостаток влаги в почве (40% от ПВ) оказывает стимулирующее действие на пропускную способность клеточных мембран его корня, как типичного ксерофита. Влажность почвы 60% от ПВ является уже избыточной. Однако при глубокой засухе в сочетании с засолением из-за высокого осмотического потенциала почвенного раствора скорость поступления воды в корень снижается, но гибели растений не наблюдается благодаря экономному расходу воды ассимиляционными побегами [4].

Недостаток влаги в почве способствует повышению водоудерживающей способности тканей побегов и корней. Наиболее благоприятный водный режим для саксаула складывается при сочетании малой водообеспеченности (40% от ПВ) с хлоридным засолением в пределах 0,25% по Cl. Положительное влияние дефицита влаги и слабого засоления проявляется и на росте и сохранныости растений (табл. 1).

Эта порода чутко и своеобразно реагирует на водный режим почвы не только в период вегетации, но и в зимний. При дефиците влаги в почве в летний период у саксаула происходит функциональная перестройка, подавляются процессы роста и он переходит в состояние полупокоя. При этом остаётся весьма инертен к воздействию абиотических факторов, в т.ч.

к отрицательным температурам в последующий зимний период [1].

Изменение морозоустойчивости саксаула при разной влажности почвы можно проследить по результатам промораживания климатипов разного происхождения (табл. 2). Критическими температурами, при которых гибнет 50% растений, выросших при влажности 20–30% ПВ, являются –20...–22°C, при 40–50% ПВ –22...–24°C, 60–70% ПВ –14...–16°C и при 80% ПВ –12...–14°C. Растения саксаула из Приаралья, Каракалпакии, Кызыл-Орды переносят более низкие (на 4–7°C) температуры, чем из южных районов Казахстана.

В естественных условиях саксаул успешно растёт и развивается при высокой солнечной активности. В районе Северного Прикаспия поток солнечной радиации и сумма тепла падают, влажность возрастает, что, безусловно, отражается на ритмах развития саксаула. Недостаток солнечной радиации резко снижает его морозоустойчивость в связи с низким уровнем накопления пластических веществ. Критические температуры, вызывающие вымерзание, падают с –19...–20 до –13...–14°C. Кроме того, недостаток солнечной радиации и избыточное увлажнение в отдельные месяцы вегетации способствуют развитию мучнистой росы, камароспориоза и фузариоза. Оптимальным экологическим фоном для роста и развития саксаула являются высокая солнечная радиация в течение всей вегетации и низкая влажность почвы.

**Таблица 1**  
Рост и сохранность климатипов саксаула на разном экологическом фоне

Происхождение	Засоление почвы по Cl, %	Влажность почвы, % от ПВ					
		60		40		20	
		высота, см	сохранность, %	высота, см	сохранность, %	высота, см	сохранность, %
Приаралье (Кунград, Казалинск)	0	17	99	20	100	18	86
	0,25	15	93	17	100	–	–
	0,50	13	96	17	100	–	–
Кзыл-Орда, Талды-Курган	0	14	92	18	100	17	93
	0,25	16	99	26	100	16	90
	0,50	18	94	17	100	16	90
Каракалпакия (Нукус, Хива, Ургенч)	0	13	100	17	100	17	98
	0,25	13	97	18	100	16	86
	0,50	12	82	15	100	13	91
Северный Прикаспий (Дасанг, Харабали)	0	13	90	14	100	18	94
	0,25	16	98	15	100	12	76
Мангышлак, Гурьев	0	15	95	17	100	16	97
	0,25	12	97	18	100	15	83
	0,50	11	97	14	100	–	–
Джамбул, Чимкент, Мары	0	13	92	14	100	18	100
	0,25	13	100	17	100	16	96
НСР <sub>95</sub>		2,6		2,9		1,5	

Таблица 2

Влияние влажности и засоления почвы на морозоустойчивость климатипов саксаула

Происхождение	Критические температуры, °С				
	при влажности почвы, % от ПВ				при засолении
	80	60	40–50	20–30	
Приаралье (Кунград, Казалинск)	–14...–16	–18...–20	–22...–24	–22...–24	–14...–16
Кзыл-Орда, Талды-Курган	–14...–16	–17...–19	–22...–24	–22...–24	–14...–16
Каракалпакия (Нукус, Хива, Ургенч)	–14...–16	–15...–17	–22...–24	–20...–22	–12...–14
Северный Прикаспий (Дасанг, Харабали, Баскунчак)	–15...–16	–15...–16	–22...–24	–20...–22	–14...–16
Мангышлак, Гурьев	–10...–12	–15...–17	–22...–24	–20...–22	–10...–12
Джамбул, Чимкент, Коканд	–10...–12	–14...–16	–22...–24	–20...–22	–9...–11
Мары, Чарджов	–10...–11	–11...–13	–22...–24	–18...–20	–7...–10

Успешность интродукции растений связана с ритмами прохождения фенологических фаз в период акклиматизации. В ходе фенологических наблюдений в условиях Харабалинского лесхоза Астраханской обл. выявлено, что раньше других начинают и заканчивают вегетацию растения местной репродукции из Дасанга, Баскунчака, Харабали. Массовое набухание почек у них отмечалось на 7–9 дней раньше, чем у растений из Нукуса, Ташауза, Ургенча.

У растений из семян местной репродукции по сравнению с климатипами естественного ареала интенсивный прирост отмечен в первой половине лета. Следовательно, подготовка этих растений к зиме проходит в более ранние сроки. В целом вегетационный период у саксаула в условиях Астраханской обл. составляет от 180 до 215 дней, что на 1–1,5 месяца короче, чем в условиях естественного ареала.

Первое цветение саксаула наблюдалось на третий год после посадки. Раньше всех зацветает зайсанский саксаул, через 3–10 дней – остальные климатипы. Наиболее обильное цветение у растений из Кзыл-Орды, Ташауза и у особей местной репродукции (Дасанга, Харабали); слабое цветение отмечено у саксаула из Нукуса, Джусалы и Кунграда; у остальных климатипов – умеренное.

Завязываемость плодов у климатипов различная: обильно плодоносили растения местной репродукции (Дасанг, Харабали), умеренно – саксаул из Кзыл-Орды и Казалинска, слабо – из Нукуса, у остальных плодоношение практически отсутствовало.

В условиях Астраханской обл. саксаул цветёт на 2–3 недели позже, а семена созревают на 3–4 недели раньше, чем в условиях естественного ареала. Следовательно, саксаул чутко реагирует на изменившиеся условия и адаптируется к ним (табл. 3).

Таблица 3

Репродуктивное развитие саксаула в 15-летнем возрасте

Происхождение	Срок цветения		Степень цветения, балл	Срок созревания семян		Плодоношение, балл
	начало	конец		начало	конец	
Зайсан	17.04	03.05	5	06.09	10.10	1
Ургенч	23.04	10.05	3	10.09	17.10	1
Нукус	23.04	10.05	3	08.09	15.10	2
Чимкент	25.04	10.05	3	08.09	15.10	1
Кульсары	23.04	08.05	2	07.09	15.10	1
Кармаркчи	28.04	10.05	3	08.09	20.10	1
Ташауз	25.04	10.05	5	10.09	20.10	3
Кунград	25.04	10.05	3	10.09	19.10	1
Чиили	20.04	06.05	3	07.09	16.10	1
Джусалы	24.04	08.05	2	09.09	17.10	1
Казалинск	20.04	07.05	4	15.09	21.10	3
Кзыл-Орда	25.04	10.05	5	10.09	17.10	3
Баскунчак	23.04	07.05	4	10.09	18.10	3
Харабали	23.04	08.05	5	10.09	19.10	4
Дасанг	25.04	10.05	5	10.09	19.10	4

Кроме того, адаптация оценивается интенсивностью роста и общим состоянием на фоне жестких засух и суровых зим. Лучший рост по высоте и диаметру отмечен у климатипов из Кызыл-Орды, Ташауза и местных особей. Почти вдвое по таксационным показателям уступает им саксаул зайсанский. Высоким и стабильным текущим приростом отличались растения местной репродукции (Дасанг, Харабали) и из районов Кызыл-Орды и Приаралья, а наименьшим – саксаул из Ташауза, Нукуса и другие растения среднеазиатского происхождения (табл. 4).

Интенсивный прирост сопровождается формированием продуктивной фитомассы. Для пастбищных растений наибольшую ценность представляет поедаемая часть – ассимиляционные побеги (табл. 5). Наибольшим этот показатель был у растений местной репродукции (из Дасанга). Саксаул зайсанский значительно отставал в росте, так как формирует кусты с широкой приземистой кроной с продуктивной поедаемой фитомассой, т.е. является ценным кормовым кустарником. Наименьшая фитомасса формировалась у особей из среднеазиатских республик.

**Таблица 4**  
Показатели роста 15-летних культур саксаула в условиях Астраханской обл.

Происхождение	Высота, м	Диаметр, см	Текущий прирост, см	
			по высоте	по диаметру
Зайсан	2,5	4,8	23,1	1,11
Ургенч	5,5	7,2	31,0	2,95
Нукус	5,3	5,9	14,9	1,33
Чимкент	5,5	6,7	22,1	1,91
Кульсары	5,1	5,8	10,4	1,27
Кармаркчи	5,1	5,8	16,2	1,21
Ташауз	5,6	6,0	7,1	1,00
Кунград	5,4	5,4	11,8	1,01
Чиили	5,5	7,6	36,9	3,21
Джусалы	5,4	5,6	6,4	1,01
Казалинск	5,7	7,9	35,9	3,10
Кзыл-Орда	5,9	8,7	38,8	3,21
Баскунчак	5,6	6,9	27,7	2,22
Харабали	5,7	8,0	31,5	2,67
Дасанг	5,7	8,5	54,9	3,44
НСР <sub>95</sub>	0,9	0,7		

**Таблица 5**  
Накопление биомассы у саксаула чёрного разного происхождения в условиях Астраханской обл. в 15-летнем возрасте

Происхождение	Проекция кроны, м <sup>2</sup>	Биомасса одного растения, кг с.в.			
		побегов	ветвей	ствола	всего
Зайсан	5,0	3,6	1,9	1,5	7,0
Нукус	5,4	3,7	1,3	3,3	8,3
Ташауз	5,2	3,6	1,4	4,0	9,0
Казалинск, Кызыл-Орда	5,7	4,3	1,3	4,1	9,7
Дасанг, Баскунчак	6,9	5,5	2,6	5,4	13,1

Наблюдениями за состоянием растений после суровой зимы 1985/1986 г. зафиксировано, что у растений из Дасанга, Харабелей, Баскунчака и Приаралья повреждены только верхушечные почки. Сильно пострадали растения из Ургенча, Нукуса, Чимкента, в т.ч. зайсанского происхождения, у которых вымерзли однолетние приросты и частично были повреждены 2–3-летние побеги. Большинство климатипов легко восстановили крону после повреждения. Несмотря на отсутствие осадков, растения из Кызыл-Орды, Приаралья и особи местной репродукции не снизили темпы роста. Высокие показатели коэффициента поляризации и слабое сопротивление тканей току высокой частоты свидетельствуют об их хорошем текущем физиологическом состоянии в период засухи.

### Выводы

Таким образом, накопленный опыт интродукции саксаула на юго-востоке европейской территории России свидетельствует о перспективности использования местных адаптированных экотипов, которые акклиматизировались в новых по-

чвенно-климатических условиях, изменили ритмы роста и развития, физиолого-биохимические структуры тканей, что обеспечило растениям хорошую подготовку к зиме и перезимовке. Как следствие, они имели стабильное состояние и продуктивность. Это открывает возможности целенаправленной селекции на устойчивость к абиотическим факторам. Наиболее надёжный метод – сочетание размножения саксаула местной репродукции с селекционным отбором инорайонных климатипов.

### Список литературы

1. Архангельская Г.П. Влияние влажности почвы на водообмен саксаула чёрного // Селекционные основы повышения устойчивости защитных лесных насаждений в аридной зоне. – Волгоград, 1985. – Вып. 1 (84). – С. 23–88.
2. Касьянов Ф.М., Озолин Г.П., Зюзь Н.С. Выращивание саксаула чёрного на пастбищах и песках. – М.: Лесная промышленность, 1978. – С. 97.
3. Крючков С.Н. К вопросу организации семеноводства саксаула чёрного в Северном Прикаспии // Научные исследования 1981–1985 гг. / Минлесхоз РСФСР. – М.: Лесная промышленность, 1986. – С. 231–236.
4. Крючков С.Н., Маттис Г.Я. Лесоразведение в засушливых условиях. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. – 300 с.
5. Никитин С.А. Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. – М.: Наука, 1966. – 356 с.