

СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ И ПРОДУКЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ САКСАУЛА ЧЕРНОГО
В ПУСТЫНЕ КАРНАБЧУЛЬ*

Э.З. Шамсутдинова, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса,
Московская область, Лобня, Научный городок, корп. 1
E-mail: darplant@list.ru

Исследовали средообразующую функцию пустынного дерева саксаула черного в пустыне Карнабчুলь. Установлено, что его разновозрастные растения по-разному воздействуют на степень освещенности. На напряженность солнечной радиации в основном влияли средневозрастные растения, в меньшей степени – старые генеративные особи. Саксаул черный оказывал существенное воздействие на температуру воздуха: в дневное время, особенно в 13-16 ч, снижал температуру под кроной и на кайме кроны, а ночью повышал ее в этих зонах. Он также заметно влиял на температурный режим почвы. Ночью под кроной температура была выше, а днем ниже, чем во внешней части кроны саксаула. Под влиянием саксаула черного изменялась и влажность почвы. Под его кроной она заметно выше, чем на открытых природных пастбищах. Самой высокой она была в верхних слоях почвы у основания ствола саксаула. В результате средообразующего действия саксаула черного формируются благоприятные гидротермические условия для роста и развития природной полынно-эфемеровой растительности под защитой полос и на прилегающих к полосе участках пастбищ. Показаны составляющие продукционной деятельности пастбищезащитных полос из черного саксаула: кормовая масса саксаула и полынно-эфемеровой растительности естественных пастбищ. В результате повышения урожая природных пастбищ под защитой полос и урожая саксаула черного кормовая производительность пустынных пастбищ увеличивалась более чем в два раза.

THE ENVIRONMENTAL FORMING AND PRODUCTIONAL FUNCTIONS
OF THE *Haloxylon aphyllum* IN THE KARNABCHUL DESERT

Shamsutdinova E.Z.

Federal Scientific Center for Crop Production and Agroecology,
Moscow region, Lobnya, Nauchniy Gorodok, korp. 1
E-mail: darplant@list.ru

We have conducted investigation of the environmental function of the desert tree of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) in the Karnabchul desert. As a result, it was found that different age plants of black saxaul had different effects on the degree of illumination. The greatest influence on the intensity of solar radiation was exerted by the saxaul plant of the black middle-aged state, the least – the old generative individuals. Saxaul black had a significant impact on the temperature of the air: in the daytime, especially in the period 13-16 h, reducing the temperature under the crown and on the edge of the crown, and at night increasing it in the same areas. It also had a noticeable effect on the temperature of the soil. The temperature of the soil surface under the crown at night is higher, and during the day the warming was slower than in the outer part of the saxaul crown. Under the influence of black saxaul and soil moisture changed. Under the saxaul crown soil moisture is significantly higher compared to the control (open natural pastures). The highest soil moisture was observed in the upper soil layers at the base of the saxaul trunk. As a result, under the environmental action of black saxaul more favorable hydrothermal conditions for the growth and development of natural wormwood-ephemeral vegetation under the protection of strips and adjacent areas of pastures are formed. The result of production activities chemotaxonomic postbestowal bands consists of two following components: production of fodder mass of the *Haloxylon* and fodder productivity of wormwood-ephemeral vegetation of natural pastures. By increasing the yield of natural pastures under the protection of pasture protection strips and the harvest of the black saxaul fodder productivity of desert pastures increases more than twice.

Ключевые слова: саксаул черный, галоксерофит, средообразующая, продукционная функция

Key words: black saxaul, haloxerofit, enviromental forming, productional functions

Саксаул черный – *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Пjjin. (латинские названия растений даны по С.К. Черепанову [1]) – крупный кустарник или полудерево 3-4 м высоты, в особо благоприятных условиях достигает 7-8 м [2], ирано-туранский вид [3], стеблесуккулентный галоксерофит [4, 5]. Фотосинтезирующая функция принадлежит цилиндрическим веточкам, ежегодно опадающим [6], с C₄-типом фотосинтеза [7]. Растение с широкой

экологической устойчивостью к почвенному засолению [2], экономно расходует влагу на транспирацию [8, 9], произрастает как на песчаных, так и на глинистых и щебнистых почвах разной степени засоления. Корневая система глубоко проникает в почву (может достигать 9 м, иногда 16 м) [10]. Встречается преимущественно на территориях с близким залеганием грунтовых вод, но может произрастать и в автоморфных условиях [11].

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-04-01035.

Саксаул черный формирует своеобразную среду обитания в создаваемых сообществах, что связано с затенением, изменением микроклимата, особенно кронами деревьев [12]. Его средообразующую способность широко используют в пустынных районах Средней Азии для создания пастбищезащитных полос [13, 14].

Цель настоящей работы – изучение средообразующей и продукционной функций саксаула черного и созданных черносаксауловых полос в пустыне Карнабчуль.

Методика. Опытный участок расположен в полынно-эфемерово-пустыне Карнабчуль на высоте 310 м над уровнем моря, преобладающий тип почв – светлый серозем, переходящий к серо-бурьму, слоистого строения. Как правило, горизонты из легких суглинков сменяются средними суглинками, супесчаными или дресвяными, незасоленными и слабозасоленными. Грунтовые воды залегают на глубине 14-16-25 м, что исключает возможность какого-либо капиллярного поднятия воды до корнеобитаемых слоев почвы с естественной полынно-эфемерово-растительностью.

Растительный покров представлен малопродуктивными полынно-эфемероидными ассоциациями с доминантными видами: полукустарничком полынью развесистой (*Artemisia diffusa* Krasch.), осокой толстостолбиковой (*Carex pachystylis* Gay) и мятликом луковичным (*Poa bulbosa* L.) с примесью эфемеров. На посевах саксаула черного определяли численность растений, их высоту, видовой состав, урожай кормовой массы – на полосах саксаула черного и в межполосных пространствах [15].

Для изучения характера распределения солнечной радиации выбирали особи саксаула черного молодого генеративного возраста (7-8 лет) и средневозрастные (10-12 лет). Освещенность измеряли люксметром DT-8809А в северном и южном направлениях. Микроклиматические наблюдения в пределах средообразующего влияния саксаула черного проводили в условиях полынно-эфемерово-пустыни. Температуру воздуха измеряли на высоте 50 см под кроной, на кайме и между кронами саксаула черного в северном и южном направлениях; температуру почвы – на поверхности и на разной глубине при удалении от ствола на различное расстояние. Все измерения проводили параллельно и на естественном полынно-эфемерово-пастбище за пределами влияния саксаула черного (контроль).

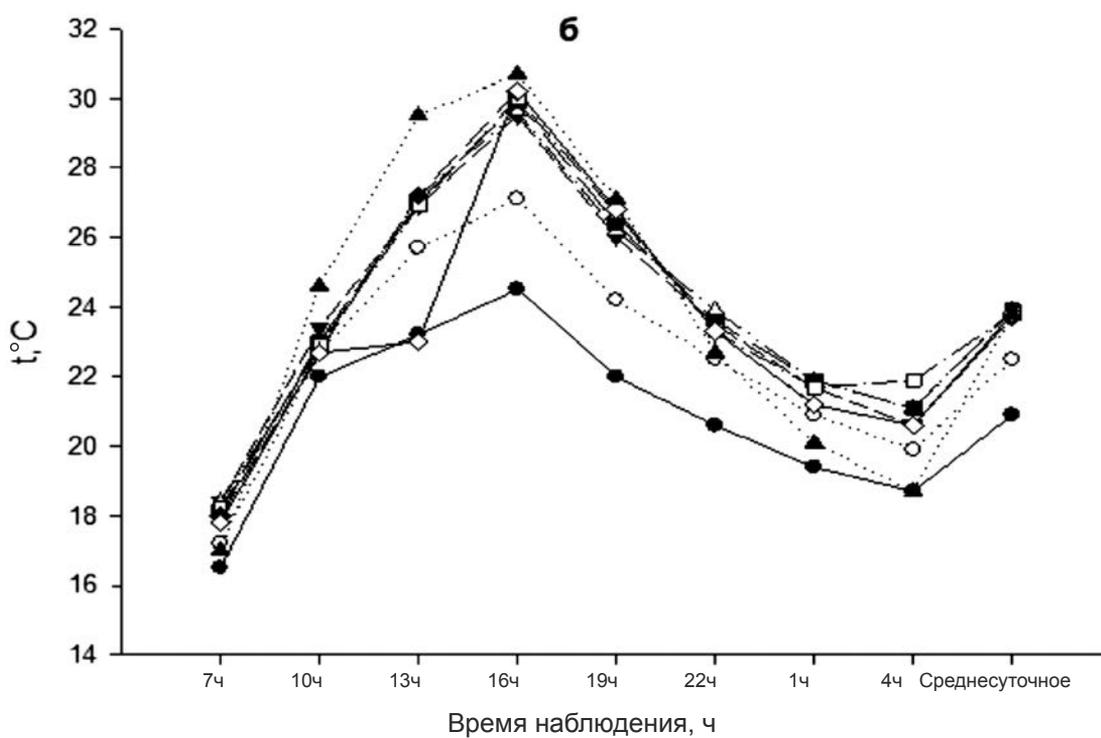
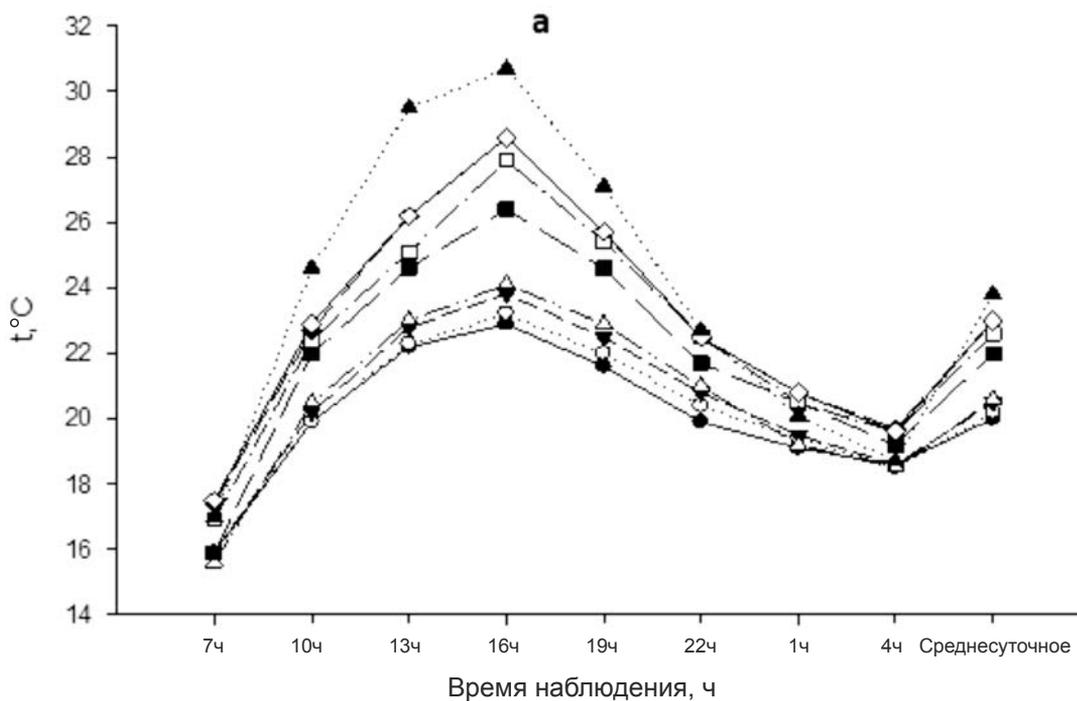
Среднегодовая температура воздуха составляет 16°С, в июне – июле в тени – 40-45°С, а в январе иногда снижается до -20...-30°С. Переход температуры через 0°С приходится на конец января – начало февраля, а через 5°С – на третью декаду февраля. Относительная влажность воздуха за год в среднем составляет 30%, весной и особенно летом – 10-20%. Средняя годовая сумма атмосферных осадков достигает 167 мм.

Табл. 1. Изменение освещенности под влиянием саксаула черного

Час наблюдений	Северное направление			Южное направление			Полынно-эфемерово-пастбище (контроль)
	под кронами	на кайме кроны	между кронами	под кронами	на кайме кроны	между кронами	
Саксаул черный (7-8 лет)							
7	<u>2656.5</u> 61,1	<u>3381.0</u> 77,8	<u>4347.0</u> 100,0	<u>2415.0</u> 55,6	<u>3381.0</u> 77,8	<u>4347.0</u> 100,0	<u>4347.0</u> 100,0
10	<u>23184.0</u> 82,8	<u>25116.0</u> 89,7	<u>27048.0</u> 96,6	<u>23667.0</u> 84,5	<u>26082.0</u> 89,3	<u>27048.0</u> 96,6	<u>28014.0</u> 100,0
13	<u>13041.0</u> 29,0	<u>23184.0</u> 51,6	<u>43470.0</u> 96,8	<u>19320.9</u> 43,0	<u>42987.0</u> 95,7	<u>449195.0</u> 100,0	<u>44919.0</u> 100,0
16	<u>18837.0</u> 50,6	<u>28980.0</u> 77,9	<u>34776.0</u> 93,5	<u>35742.0</u> 96,1	<u>36708.0</u> 98,7	<u>37191.0</u> 100,0	<u>37191.0</u> 100,0
19	<u>5796.0</u> 70,6	<u>6762.0</u> 82,4	<u>7969.0</u> 97,1	<u>6279.0</u> 76,5	<u>6762.0</u> 82,4	<u>8211.0</u> 100,0	<u>8211.0</u> 100,0
Саксаул черный (10-12 лет)							
7	<u>2898.0</u> 66,7	<u>3864.0</u> 88,9	<u>4347.0</u> 100,0	<u>2898.0</u> 66,7	<u>3864.0</u> 88,9	<u>4347.0</u> 100,0	<u>4347.0</u> 100,0
10	<u>19320.0</u> 69,0	<u>25116.0</u> 89,7	<u>26082.0</u> 93,1	<u>24150.0</u> 86,2	<u>25116.0</u> 89,7	<u>27048.0</u> 96,6	<u>28014.0</u> 100,0
13	<u>96600.0</u> 21,5	<u>20769.0</u> 46,2	<u>36225.0</u> 80,5	<u>34776.0</u> 77,4	<u>43470.0</u> 96,8	<u>44919.0</u> 100,0	<u>44919.0</u> 100,0
16	<u>19803.0</u> 53,2	<u>19803.0</u> 53,2	<u>31395.0</u> 84,4	<u>33810.0</u> 90,9	<u>36708.0</u> 98,7	<u>37191.0</u> 100,0	<u>37191.0</u> 100,0
19	<u>5796.0</u> 70,6	<u>6762.0</u> 81,8	<u>8211.0</u> 100,0	<u>9279.0</u> 76,5	<u>7728.0</u> 94,1	<u>8211.0</u> 100,0	<u>8211.0</u> 100,0
Примечание. Над чертой – показатели даны в люксах, под чертой – в %.							

Результаты и обсуждение. Любое растение в процессе жизнедеятельности влияет на условия, в которых произрастает [16, 17], причем каждый вид растений по-особому воздействует на среду. А.А. Уранов [16] предложил назвать пространство, в пределах которого растение изменяет среду, "фитогенным полем". Согласно современным представлениям, фитогенное поле можно рассматривать как пространство, в пределах которого через изменение среды растение влияет на другие растения, находящиеся рядом [18].

Разновозрастные растения саксаула черного по-разному влияли на степень освещенности. Для молодых генеративных растений характерна сравнительно низкая отражаемость и более высокая пропускаемость солнечной радиации кронами. Так, в 13 ч в минимальном фитогенном поле освещенность в северном и южном направлениях для молодого генеративного растения саксаула черного составляла 29,0 и 43,0%, для средневозрастного генеративного – 21,5 и 77,4% (табл. 1). Этому способствует, по-видимому, сформированность кроны дерева. Молодые генеративные растения характеризуются разреженной кроной с невысоким годичным приростом, которая пропускает больше солнечной радиации. Растения средневозрастного генеративного возраста имеют густые кроны. Годичный прирост побегов составляет 50–55 см. В силу особенностей они способны отражать больше солнечной радиации. Старые



Расстояние от ствола, см

- | | | | |
|-----|-----|-----|--|
| —●— | 10 | —□— | 210 |
| —○— | 50 | —◆— | 250 |
| —▼— | 90 | —◇— | 290 |
| —△— | 130 | —▲— | Полынно-эфемеровое пастбище (контроль) |
| —■— | 170 | | |

Изменение температуры почвы при удалении от ствола саксаула черного: а – северная сторона, б – южная.

Табл. 2. Показатели роста и урожайности кормовой массы саксаула черного в производственных насаждениях пастбищезащитных полос в различных урочищах Карнабчуля

Урочище	Площадь полос, га	Возраст насаждений, лет	Глубина грунтовых вод, м	Густота стояния деревьев, экз./га	Высота дерева, см	Диаметр кроны, см	Толщина штамба, см	Валовой урожай сухой массы, ц/га
Ярмачи	12000	22	16-18	1052	357,5±9,3	302,6±12,2	15,1±3,7	41,1±2,3
Гумбаса	2000	5	16	1039	137±17,0	125±12,3	3,8±0,4	17,2±0,6
Мубарек	13180	20	15-16	1015	310,2±48,4	207,8±47,4	17,5±4,9	21,7±2,1

генеративные растения характеризуются резким уменьшением годичных приростов побегов, появлением сухих ветвей до 40%, поэтому они больше пропускают света через крону.

Неодинаковое перераспределение солнечной радиации разновозрастными растениями приводит к созданию неодинакового микроклимата, что отражается на распределении растительности нижних ярусов. Низкая освещенность, наряду с засоленностью почвы под кроной, в минимальных фитогенных полях саксаула черного среднего генеративного возраста снижает жизненное состояние природной растительности (полынь, эфемеры и эфемероиды). В этих условиях формируется низкорослая разреженная растительность. Даже солелюбивые и солевыносливые растения (солянка Паульсена (*Salsola paulsenii* Litv.), солянка натронная (*Salsola nitraria* Pall.), галохарис войлочнокветковый (*Halocharis lachnantha* Kogovin) не могут поселяться непосредственно около стволов из-за низкой освещенности. Сильное снижение освещенности отрицательно влияет на рост и развитие всходов и молодых растений саксаула в минимальном фитогенном поле – они имеют чахлый вид и погибают, что отмечено и другими авторами [19, 20].

Саксаул черный существенно воздействовал на температуру воздуха: днем, особенно в 13-16 ч, снижал ее под кроной и на кайме кроны, а ночью повышал в этих же зонах, уменьшая тем самым амплитуду колебаний. Между кронами такой эффект оказался заметно слабее. Так, в 16 ч разница между температурой воздуха под кроной дерева и на полынно-эфемеровом пастбище (за пределами кроны) составляла в северном направлении 4,0°, в южном – 3,0°C.

Саксаул черный значительно влиял на температурный режим почвы (рис.). Причем к общей закономерности можно отнести повышение температуры в верхних ее слоях днем. Температура поверхности почвы утром (7 ч) и ночью (22, 1 и 4 ч) с удалением от ствола изменялась незначительно. При этом разница между температурой почвы на расстоянии от ствола 10 и 290 см составляла в 7 ч в северном направлении 0,5°, в южном – 1,5°, а ночью (1 ч) – соответственно 1,5 и 1,0°C. Ночью под кроной она была выше, а днем ниже, чем во внешней части кроны. Так, под кроной (10 см от ствола) она оказалась ниже, чем в 16 ч на расстоянии 290 см от ствола в северном направлении, на 3,0°, в южном – на 4,5°C по сравнению с контролем (открытые естественные полынно-эфемерные пастбища).

Изменение влажности почвы в пределах кроны саксаула черного в южном и северном направлениях

носило примерно одинаковый характер: с удалением от ствола во всех направлениях наблюдали ее понижение. В то же время степень влажности почвы по отношению к сторонам света была неодинаковой. Самая высокая влажность почвы отмечена на глубине 0-1, 1-5 см у основания ствола на северной части кроны дерева (9,8-10,5%) и в слоях 5-10, 10-20 см у основания ствола на южной стороне (13,7-16,5%). По мере удаления от ствола высокая степень влажности почвы оказалась на северной стороне кроны саксаула черного.

Продукционная деятельность черносаксауловых пастбищезащитных полос включает две составляющие: кормовую массу самого саксаула черного и природной полынно-эфемеровой растительности в зоне позитивного средообразующего влияния полос. Популяция саксаула черного быстро и энергично растет вследствие мощной, развитой и глубокопроникающей корневой системы, занимающей большой объем почвенной среды и долго удерживающей за собой территорию. При этом экономно расходует влагу на транспирацию и образует за единицу времени на единице площади значительно больше органического вещества, чем все другие виды пустынной растительности.

Для определения кормовой производительности мы обследовали производственные насаждения черносаксауловых пастбищезащитных полос в хозяйствах, расположенных в трех экологических различающихся урочищах пустыни Карнабчуль (табл. 2). Самые высокие показатели кормовой продуктивности саксаула черного оказались в урочище Ярмачи (41,1 ц/га сухой кормовой массы) с лучшими условиями водоснабжения (уровень залегания грунтовых вод на доступной глубине для корневой системы саксаула черного – 14-20 м). При этом как грунтовые воды, так и почва не засолены. Затем по величине кормовой производительности следуют насаждения в урочище Мубарек – 21,7 ц/га. Самая низкая кормовая производительность у них отмечена в урочище Гумбаса с менее благоприятными экологическими условиями.

Исследования, в которых изучали влияние черносаксауловой пастбищезащитной полосы на сопредельную полынно-эфемерную растительность, позволили определить, что положительное действие саксауловых полос распространяется на расстояние 100 м от нее с подветренной стороны (табл. 3). Эфемеры в пастбищезащитной полосе бурно развиваются за счет складывающихся более благоприятных гидротермических условий и хорошего обсеменения. В почве накапливается большой запас семян, принесенных ветром в зону действия полосы и задержанных ею. Таким

Табл. 3. Урожайность пастбища в черносаксауловой полосе и в зоне ее влияния весной (апрель)

Расстояние от полосы, м	Эфемеры, ц/га	Польнь раскидистая, ц/га	Однолетние солянки, ц/га	Итого	
				ц/га	%
В полосе	7,6	0,5	0,8	8,9	211,9
20	3,0	1,8	0,1	4,9	116,7
40	3,5	1,1	0,2	4,8	114,3
60	4,3	1,6	0,1	6,0	142,9
100	4,2	1,1	—	5,3	126,2
500 (контроль)	2,5	1,7	0	4,2	100,0

образом, пастбищезащитная полоса не только создает благоприятные мезотермические условия, но и служит своеобразным барьером для задержания семян.

Учет кормового запаса, проведенный в конце лета (август), показал, что эфемеры отлично сохраняются в засохшем виде в черносаксауловой полосе. Находясь под защитой саксаула черного, они меньше подвержены ломке и осыпанию, чем на открытом пастбище (контрольный участок). Наряду с этим под влиянием саксаула черного на пастбище обогащается ботанический состав травостоя. В полосе обильно развиваются однолетние солянки: солянка хрящеватая (*Salsola sclerantha* С.А. Меу), голохарис щетинистоволосый (*Halocharis hispida* (С.А. Меу.) Bunge). В полосе сложились особенно благоприятные условия для развития злакового разнотравья – костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leyss.), овсяницы борозчатой (*Festuca valesiaca* (Hask.) Gaudin), а также костенца зонтичного (*Holosteum umbellatum* L.).

Таким образом, кормовая производительность пастбищ, улучшенных защитными черносаксауловыми полосами, складывается за счет двух-трехкратного увеличения урожая эфемеров и однолетних солянок в полосе, прибавки урожая на 20–25% прилегающих к ней природных полынно-эфемеровых пастбищ и урожая саксаула черного, достигающего в зависимости от экологических условий и возраста растений 8-21 ц/га сухой массы.

Литература.

1. Черепанов С.К. *Сосудистые растения России и сопредельных государств.* – С-Пб.: Мир и семья-95. 1995. – 992 с.
2. Коровин Е.П. *Растительность Средней Азии и Южного Казахстана.* – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1961. – Т. 1. – 452 с.
3. Лавренко Е.М. *Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-туранской подобластей Афрo-азиатской пустынной области // Ботанический журнал.* – 1965. – Т. 50. – №1. – С. 13-15.
4. Roohi A., Nazish B., Nabgha-e-Amen Maria M. et al. *Critical review on halophytes: Salt tolerant plants // Journal of Medicinal Plants Research.* – 2011. – V. 5. – № 33. – P.7108-7118.
5. Grigore M., Villanueva M., Boscaiu M. et al. *Do Halophytes Really Require Salts for Their Growth and*

Development? An Experimental Approach // Notulae Scientia Biologicae. – 2012. – V. 5. – № 2. – P. 23-29.

6. Акжигитова Н.И. *Галофильная растительность Средней Азии и её индикационные свойства.* – Ташкент: ФАН. – 1982. – 190 с.
7. Пьянков В.И. *Роль фотосинтетической функции в адаптации растений к условиям среды: Автореф. дис. ... докт. биол. наук.* – М., 1993. – 84 с.
8. Chaolei Zheng and Quan Wang. *Seasonal and annual variation in transpiration of a dominant desert species, Haloxylon ammodendron, in Central Asia up-scaled from sap flow measurement // Ecohydrology.* – 2014. – 8. – P. 948-960.
9. Xibin Ji, Wenzhi Zhao, Ersi Kang, Bowen Jin and Shiqin Xu. *Transpiration from three dominant shrub species in a desert-oasis ecotone of arid regions of Northwestern China // Hydrological Processes.* – 2016. – 30. – P. 4841-4854.
10. Шамсутдинов З.Ш., Косолапов В.М., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З. *Экологическая реставрация пастбищ (на основе новых сортов кормовых галофитов).* – М.: Изд-во: ФГОУ ДПОС РАКОАК, 2009. – 295 с.
11. Енсен Н.П., Карти Д.Дж., Мартин Р., Руддер К., Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. *Об использовании галофитов для реабилитации земель солеуглеводородного загрязнения и производства кормов // Сельскохозяйственная биология.* – 2004. – №6. – С. 78–91.
12. Федосеев А.П., Грингоф И.Г., Нурбердыев М., Рейзвих О.Н. *Средообразующее влияние фитомелиоративных насаждений на пастбищах // Проблемы освоения пустынь.* – 1982. – № 6. – С. 27-32.
13. Нечаева Н.Т., Шамсутдинов З.Ш. *Антропогенная динамика пустынных биогеоценозов и пути восстановления их продуктивности // Проблема антропогенной динамики биогеоценозов. VIII Чтения памяти академика В.Н. Сукачева.* – М.: Наука, 1990. – С. 31-53.
14. Шамсутдинов З.Ш., Убайдуллаев Ш.Р., Шамсутдинов Н.З., Санжеев В.В. *Средообразующая функция саксаула чёрного (Haloxylon aphyllum (Minkw.) Pjin.) в пустыне Карнабчуль // Экология.* – 2016. – № 1. – С. 44-49.
15. *Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции кормовых растений.* – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 82 с.
16. Уранов А.А. *Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники.* – 1965. – Т.1. – С. 251-254.
17. Работнов Т.А. *Фитоценология.* – М.: МГУ, 1983. – 296 с.
18. Черняева Е.В., Викторов В.П. *Фитогенное поле: история и современные направления изучения // Современная концепция экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: Всероссийская (с международным участием) научная школа – конференция, посвященная 115-летию со дня рождения А.А. Уранова, 2016.* – С. 332-335.
19. Леонтьев В.Л. *Саксауловые леса пустыни Каракум.* – М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1954. – 69 с.
20. Пашковский К.А. *Некоторые итоги работ по культуре чёрного саксаула в Казахстане. В кн.: Труды Института ботаники.* – Алма-Ата: АН Каз. ССР, 1956. – Т. 3. – 239 с.

Поступила в редакцию 16.07.18.
 После доработки 20.10.18
 Принята к публикации 18.12.18