

УДК 577:662.636

ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОМАССЫ ГАЛОФИТНЫХ РАСТЕНИЙ КЫЗЫЛКУМА

Халимов Ф.З., Аликулов Б.С., Рузиев Ю.С., Рузиев Ф.А., Хайитов Д.Г.,
Жиянкулова Ш.К., Исмаилов З.Ф.

Самаркандский государственный университет, Самарканд, e-mail: bieghali.alikhulov@umail.uz

Биомасса растений имеет возможность накапливаться и, легко сохраняться в определенном виде для использования в течение длительного времени; возможность трансформироваться в другие виды материи и энергии. Кроме того, с точки зрения энергетики биомасса характеризуется низкой себестоимостью в качестве теплоэнергии по сравнению с другими источниками. При использовании биомассы растений в виде теплоэнергии не образуются вредные оксиды серы, не изменяется баланс углекислоты в атмосфере. В статье приводятся материалы исследований по изучению возможности использования биомассы некоторых видов галофитных растений (*H. strobilaceum* (Pall) Bieb, *H. belangeriana* (Moq) Botsch, *T. hispida* Willd, *H. aphyllum* (Minkw) Iljin, *K. caspia*, *S. microphylla* Pall, *C. lanata* (Pall) Botsch) в качестве источников альтернативной энергии. Указанные виды в народном хозяйстве и в животноводстве практически не используются. Приведенные в статье результаты исследований имеют научное и практическое значение в дальнейшем помогут в разработке новых альтернативных энергетических источников.

Ключевые слова: галофиты, Кызылкум, биомасса, продуктивность биомассы, альтернативные источники энергии

PRODUCTIVITY OF BIOMASS OF HALOPHYTE PLANTS OF KYZYLKUM

Khalimov F.Z., Alikulov B.S., Ruziev Yu.S., Ruziev F.A., Khayitov D.G.,
Zhiyankulova Sh.K., Ismailov Z.F.

Samarkand State University, Samarkand, e-mail: bieghali.alikhulov@umail.uz

Biomass of plants has the ability to accumulate and, it is easy to keep in a certain kind for use for a long time; the ability to transform into other types of matter and energy. In addition, from the point of view of energy, biomass is characterized by a low cost price as heat energy in comparison with other sources. When using plant biomass in the form of heat energy, no harmful sulfur oxides are formed, the carbon dioxide balance in the atmosphere does not change. In the article, research materials on the possibility of using biomass of some species of halophyte plants (*H. strobilaceum* (Pall) Bieb, *H. belangeriana* (Moq) Botsch, *T. hispida* Willd, *H. aphyllum* (Minkw) Iljin, *K. caspia*, *S. microphylla* Pall, *C. lanata* (Pall) Botsch) as sources of alternative energy. These species in the national economy and in animal husbandry are practically not used. The results of the research presented in this article are of scientific and practical importance, which in the future will help in the development of new alternative energy sources.

Keywords: halophytes, Kyzylkum, biomass, biomass productivity, alternative energy sources

По прогнозам специалистов ООН, к 50-м годам XXI века для удовлетворения нужд 9,3 млрд населения необходимо будет в два раза увеличить производство необходимых ресурсов [1]. Важными факторами существования человеческой цивилизации являются энергоресурсы [2]. По мере развития нашей цивилизации потребляемая на одного человека энергия увеличилась более чем в 100 раз. За последнее столетие мировое использование энергии увеличивается в 2 раза каждые 10–15 лет [3]. Специалисты отмечают, при нынешнем темпе использования энергии существующих запасов нефти хватит на 40 лет, запасов газа – на 56 лет, запасов угля – на 197 лет [4].

В Узбекистане в качестве первичных источников энергии используется природный газ (91,8%), нефть (7,0%), гидроэнергетика (1,3%), уголь (0,01%) и другие виды (0,03%). Доказанные в республике существующие запасы углеводородов эквивалентны 5,1 млрд тонны нефти, в том числе на долю нефти приходится около

245 млн тонн, газа – 1979 млн тонн, угля – 2850 млн тонн. Один из вариантов прогноза отмечает, если темпы роста населения нашей республики сохранятся на нынешнем уровне, то запасы нефти исчерпаются через 10–12 лет, газа – 28–30 лет, угля – 50 лет [5].

Одной из потенциальных возможностей получения экологически чистого газа и электроэнергии является переработка биомассы растений в качестве универсального возобновляемого источника альтернативной энергии. Повышенный интерес к биомассе растений связан с ее практически неограниченными способностями ежегодно восстанавливаться в результате фотосинтеза. Биомасса растений имеет возможность накапливаться и легко сохраняться в определенном виде для использования в течение длительного времени; возможность трансформироваться в другие виды материи и энергии. Кроме того, с точки зрения энергетики биомасса характеризуется низкой себестоимостью в качестве теплоэнергии по сравнению с другими источниками. При

использовании биомассы растений в виде теплоэнергии не образуются вредные оксиды серы, не изменяется баланс углекислоты в атмосфере [6, 7].

Существенная часть территории Узбекистана находится в степной зоне, с ее своеобразным флористическим составом, который в основном используется для выпаса домашних животных [8–12]. Некоторые зоны степей республики, например, Карнабчул и Кызылкум, почти не используются в народном хозяйстве при том, что они богаты галофитами, ежегодно производящими достаточно большое количество биомассы. В этом отношении изучение данной группы растений в качестве запаса потенциальной альтернативной энергии представляет большой интерес.

Цель исследования

Целью нашей работы явилось изучение видового состава и доминирующих видов галофитов, определение продуктивности биомассы тех видов, которые не используются в народном хозяйстве степной зоны.

Материалы и методы исследования

На территории республики галофиты широко распространены в солончаковых почвах Кызылкума, Карнабчула и в нижнем течении реки Заравшан. По данным Е.П. Коровина (1964), в Узбекистане встречается 256 видов галофитных растений. Растительный покров солончаковых степей Кызылкума и Зарафшанской долины изучался М.Г. Поповым (1940), К.З. Зокировым (1955) и И.И. Гранитовым (1969).

Проведенные исследования показали, что в районе Конимеха, в Кызылкуме, произрастают следующие виды галофитов, которые в настоящее время целенаправленно не используются:

Сарсазан (*Halocnemum strobilaceum* (Pall) Vieb). Одногодичные ветви цилиндрические, мягкие и членистые (членики короткие, цилиндрические или булавовидные). В ветвях круглые почки расположены супротивно, и они долгое время не развиваются, из них вырастают короткие цветonoсные побеги. Листья сильно редуцированные и очень мелкие, щитовидные, в виде тупых чешуек.

Соляноколосник (*Halostachys belangeriana* (Moq) Botsch). Кустарник, ветви расположены противоположно, иногда почти дерево, высота до 3,5 м, сильно ветвистое. Одногодичные ветви голые, гладкие и рыхлые, иногда покрыты мелкими шипиками, членистые. Листья расположены супротивно, в виде мелких, толстых, треугольных чешуек, которые выступают из ветвей, сросшиеся.

Гребенщик (*Tamarix hispida* Willd). Кустарник, листовые побеги покрыты толстыми и короткими волосками. Кора одногодичных побегов желтоватая или серая, многолетние старые побеги серого цвета. Листья сердцевидно-овальные, с острыми ушками, покрыты волосками.

Черный саксаул (*Haloxylon aphyllum* (Minkw) Iljin). Дерево с толстым и неровным стволом. Кора темно-серого цвета. Древесина тяжелая, плотная, тонкая, центральная часть темноватая. Однолетние ветви серые, покрыты с поперечно щельшоватым кором. Молодые побеги темно-зеленые, рыхлые, высаячие. Из старых стволов образует цветonoсные побеги. Листья расположены супротивно, редуцированные в виде бугорков или чешуек.

Карелиния (*Karelinia caspia*). Многолетняя трава, с голым и толстым, ветвистым, особенно сверху, стеблем. Листья цельные, цельнокрайные, сидячие, продолговатые, толстоватые, мелко-точечно-бородавчатые. Соцветие в виде корзинки, корзинки цилиндрические, шириной 4–8 см и длиной 10–15 мм.

Климакоптера шерстистая (*Climacoptera lanata* (Pall) Botsch). Однолетняя трава, стебель ветвистый у основания, высота 10–60 см. Стебель сизый, покрыта волосками, которые длинные или короткие, или опадают быстро, или же сохраняется до конца вегетации. Листья, за исключением самых нижних, расположены супротивно, толстые, тупые и направлены вниз.

Сведа (*Suedamicrophylla* Pall). Кустарник высотой 30–75 см. Молодые ветви пепельно-сизые, покрыты короткими волосками. Листья голые, сизые, мясистые вальковатые, на конце тупые, в основании стянутые в короткий черешок, колбасовидные, длиной 3–10 мм, на ветвях более короткие и более изогнутые, чем на стебле. Цветы в клубочках по 2–3, очень редко больше, сидят на черешке листа. Околоцветник при плодах не изменяющийся, почти шаровидный, с продолговато-яйцевидными долями, сросшимися только в основании и сходящимися на верхушке. Указанные виды растут во влажных и рыхлых солончаках, на берегах соленых вод и озер, в тугаях и долинах рек (соляноколосник, гребенщик карелиния, климакоптера, сведа), в соленых и солончаковых песчаниках, такирных сероземах (черный саксаул, карелиния, сведа). Кроме того, карелиния часто встречается на заброшенных полях как сорняк. По данным Е.П. Коровина (1953) и А.И. Введенского (1959, 1962) отмеченные выше виды галофитных растений распространены на больших территориях в Средней Азии, Иране, Афганистане, Кавказском побережье Каспийского моря, Армении [8–12].

Годичная продуктивность биомассы галофитных растений Кызылкума, ц/га

Виды	Сырая биомасса**					Сухая биомасса**				
	Зима	Весна	Лето	Осень	За год***	Зима	Весна	Лето	Осень	За год***
Сарсазан (<i>H. strobilaceum</i>)	34,0 ± 1,4	40,4 ± 1,6	45,0 ± 1,9	50,4 ± 1,7	16,4 ± 1,7	14,8 ± 1,7	18,6 ± 0,7	20,4 ± 1,0	22,6 ± 0,5	7,8 ± 1,0
Соляноколосник (<i>H. belangeriana</i>)	27,0 ± 1,9	34,0 ± 2,0	39,0 ± 1,8	41,6 ± 1,9	14,6 ± 1,9	12,0 ± 1,0	14,4 ± 0,8	17,0 ± 0,7	18,2 ± 0,7	6,2 ± 0,8
Гребенщик (<i>T. hispida</i>)	76,2 ± 4,5	85,2 ± 3,8	91,4 ± 2,3	94,8 ± 2,4	18,6 ± 3,3	35,2 ± 2,1	38,2 ± 1,4	40,4 ± 1,0	41,8 ± 0,8	6,6 ± 1,3
Саксаул черный (<i>H. arphyllum</i>)	94,0 ± 3,5	104,0 ± 3,3	109,4 ± 3,2	114,0 ± 2,4	20,0 ± 3,1	42,0 ± 1,4	45,6 ± 1,4	47,4 ± 1,6	48,8 ± 0,8	6,8 ± 1,3
Смесь других галофитов*	–	15,2 ± 2,9	16,0 ± 3,8	17,2 ± 3,1	17,2 ± 3,3	–	6,4 ± 1,3	6,8 ± 1,6	7,0 ± 1,3	7,0 ± 1,4
Общая	231,2 ± 2,8	278,8 ± 2,7	300,8 ± 2,6	318,0 ± 2,3	86,8 ± 2,7	55,6 ± 1,2	66,0 ± 0,8	76,4 ± 0,6	89,6 ± 0,6	34,4 ± 1,2

Примечание. *Карелиния (*K. caspia*), Сведа (*S. microphylla* Pall) и климакоптера шерстистая (*C. lanata* (Pall) Botsch); ** $n = 5$; $P \leq 0,05$; ***Годичная биомасса равна разнице осенней и зимней биомассы.

Как отмечалось выше, одной из задач нашего исследования было изучение продуктивности биомассы галофитов. Данная задача выполнялась в течение разных сезонов года (зима, весна, лето и осень) в 5-кратной повторности. Результаты исследований приведены в таблице и на рис. 2.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Результаты исследований по определению биомассы вышеперечисленных растений показаны в таблице. Как видно из таблицы, у многолетних растений в течение года происходит постепенное накопление биомассы. Так, зимой биомасса сарсазана (*H. strobilaceum*) составила в среднем $34,0 \pm 1,4$ ц/га, весной начинается накопление биомассы, и этот показатель весной

составляет $40,4 \pm 1,6$ ц/га. Примерно одинаковый рост биомассы наблюдается летом и осенью и составляет соответственно $45,0 \pm 1,9$ и $50,4 \pm 1,7$ ц/га. Такая же картина наблюдается и в отношении остальных изучаемых видов растений. Среди кустарников наименьшая биомасса отмечена у соляноколосника (*H. belangeriana*). Так, зимой показатель биомассы соляноколосника составляет $27,0 \pm 1,9$ ц/га, а в конце осени она достигает до $41,6 \pm 1,9$ ц/га. Наибольшая биомасса среди кустарников отмечена у гребенщика (*T. hispida*), так по сезонам года (зима, весна, лето, осень) составляет, соответственно, $76,2 \pm 4,5$, $85,2 \pm 3,8$, $91,4 \pm 2,3$ и $94,8 \pm 2,4$ ц/га. В отличие от сарсазана, у соляноколосника и гребенщика весенний прирост биомассы немного выше в сравнении с другими сезонами года.



Halocnemum strobilaceum



Halostachys belangeriana



Haloxyton aphyllum



Tamarix hispida



Climacoptera lanata

Рис. 1. Объекты

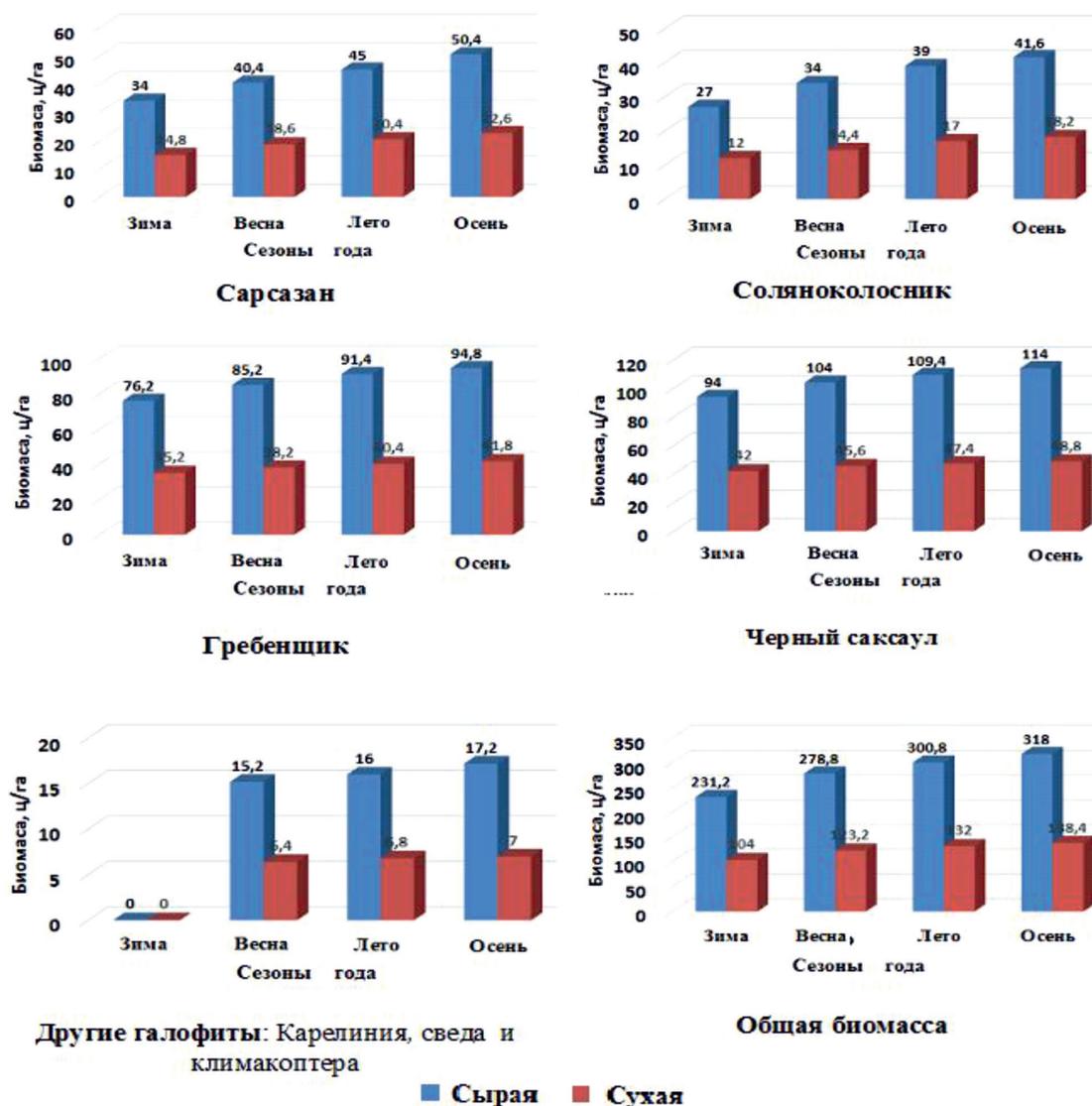


Рис. 2. Продуктивность биомассы галофитных растений Кызылкума

Из древесных пород в наши исследования был включен саксаул черный (*H. aphyllum*). Зимующая биомасса саксаула составила $94,0 \pm 3,5$ ц/га. Весной наблюдается наибольший прирост биомассы и составляет $104,2 \pm 3,3$ ц/га. Летом и осенью накопление биомассы заметно снижается, поэтому суммарное добавление биомассы летнего и осеннего периодов примерно равно весеннему.

В связи с тем, что смесь других видов галофитов (карелиния (*K. caspia*), сведа (*S. microphylla*) и климакоптера шерстистая (*C. lanata*)) являются однолетними и многолетними травами, изучение их биомассы проводилось весной, летом и осенью. Накопление биомассы у травостоя наблюдается в основном весенний период, а летом

и осенью прирост биомассы незначителен. Так, продуктивность их биомассы составила $15,2 \pm 2,9$, $16,0 \pm 3,8$, и $17,2 \pm 3,1$ ц/га соответственно по сезонам. Распределение этих трёх видов изучаемых растений по территории Кызылкума неодинаково, так на северной части исследуемой территории преобладает климакоптера шерстистая. Из выбранных 5 пробных участков (30 м^2) в двух преобладала карелиния, в трёх – климакоптера шерстистая.

Годовая продуктивность биомассы изучаемых растений определялась на основе осенней и зимней биомассы. Среди изученных видов наибольшая годовая продуктивность сырой биомассы отмечена у черного саксаула $20,0 \pm 3,1$ ц/га. На втором месте оказался гребенщик – $18,6 \pm 3,3$ ц/га. Годич-

ная продуктивность сырой биомассы сарсазана составила $16,4 \pm 1,7$ ц/га, соляноколосника – $14,6 \pm 1,9$ ц/га, а для смеси других галофитов региона (карелиния, сведа и климакоптера шерстистая) – $17,2 \pm 3,3$ ц/га.

В целом, общая сырая биомасса вышеуказанных растений составила $86,8 \pm 2,7$ ц/га.

Так как для определения энергетического потенциала биомассы растений имеет значение сухая биомасса, в наших исследованиях определялись и сухая биомасса галофитов.

Для сарсазана (*H. strobilaceum*) сухая биомасса зимой, весной, летом и осенью составила соответственно $14,8 \pm 1,7$, $18,6 \pm 0,7$, $20,4 \pm 1,0$, $22,6 \pm 0,5$ ц/га. Этот показатель для соляноколосника (*H. belangeriana*) составил $12,0 \pm 1,0$, $14,4 \pm 0,8$, $17,0 \pm 0,7$, $18,2 \pm 0,7$ ц/га, для гребенщика (*T. hispida*) $35,2 \pm 2,1$, $38,2 \pm 1,4$, $40,4 \pm 1,0$, $41,8 \pm 0,8$ ц/га, саксаула черного (*H. aphyllum*) $42,0 \pm 1,4$, $45,6 \pm 1,4$, $47,4 \pm 1,6$, $48,8 \pm 0,8$ ц/га.

Среди изученных видов наиболее высокий уровень накопления сухой биомассы за год наблюдается у сарсазана, так годовая сухая биомасса сарсазана составила $7,8$ ц/га. Необходимо отметить, что сырая биомасса сарсазана ниже чем у гребенщика и саксаула черного.

Наименьшую сухую годовую биомассу имеет соляноколосник – $6,2$ ц/га. У гребенщика и саксаула черного годовая сухая биомасса составила, соответственно $6,6$ и $6,8$ ц/га.

Сухая биомасса других видов галофитов (карелиния (*K. caspia*), сведа (*S. microphylla*) и климакоптера шерстистая (*C. lanata*)) составила $6,4 \pm 1,3$, $6,8 \pm 1,6$, и $7,0 \pm 1,3$ ц/га соответственно по сезонам весна, лето и осень, а годовая – $7,0$ ц/га.

Выводы

Таким образом, годовая продуктивность наиболее распространенных в Кызылкуме галофитных растений (сарсазан, соляноколосник, гребенщик, саксаул черный, карелиния, сведа и Климакоптера шерстистая) составляет $86,8 \pm 2,7$ ц/га (сырая биомасса) и $34,4 \pm 1,2$ ц/га (сухая биомасса).

Список литературы

1. Xiao et al. New SSR markers for use in cotton (*Gossypium* spp.) improvement // The Journal of Cotton Science. – 2009. – № 13 (75). – P. 157.
2. Богданович С.П., Шевченко Н.В. Перспективы использования альтернативного топлива в сельском хозяйстве // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 5. – С. 38–40.
3. Davranov Q.D. Energiya muammolari va biotexnologiya // O'zbekiston Milliy Universiteti xabarlari. Ilmiy jurnal. – 2015. – № 3/2. – P. 31–39.
4. Альтернативные источники энергии: возможности, использование в Узбекистане // Аналитический доклад (Доклад подготовлен Центром экономических исследований при содействии ПРООН). – 2011. – № 3. – С. 7.
5. Перспективы развития возобновляемой энергетики в Узбекистане // Аналитический доклад (Доклад подготовлен Центром экономических исследований при содействии ПРООН). – 2007. – С. 17.
6. Алексеенко С.В. Нетрадиционная энергетика и энергоресурсосбережение // Инновация. Технология. Решения. – 2006. – № 3. – С. 38–41.
7. Harding S., Adams B. Biomass as a rebuming fuel: a specialized cofring applications // Biomass and Bioenergy. – 2000. – № 19. – P. 429–445.
8. Закиров К.З. Флора и растительность бассейна реки Зеравшан. Часть I. – Ташкент: Издательство АН УзССР, 1955. – С. 297–314.
9. Флора Узбекистана // Том II. Ред. Е.П. Коровин. – Ташкент: Изд. АН УзССР, 1953. – С. 249–314.
10. Флора Узбекистана // Том IV. Ред. А.И. Введенский. – Ташкент: Изд. АН УзССР, 1959. – С. 136–137.
11. Флора Узбекистана // Том VI. Ред. А.И. Введенский. – Ташкент: Издательство АН УзССР, 1962. – С. 197–198.
12. Шеримбетов С.Г. Галофильная растительность высохшего дна Аральского моря и ее роль в формировании биологического разнообразия // Guliston davlat universiteti axborotnomasi. – 2015. – № 3. – С. 31–34.