

УДК 551.509.22 (470.67)

ПОТЕНЦИАЛ ПРОДУКТИВНОСТИ СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КОЧУБЕЙСКОЙ БИОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ ПИБР ДНЦ РАН

Г. Н. Гасанов¹, Т. А. Асварова¹, К. М. Гаджиев¹, З. Н. Ахмедова¹,
А. С. Абдулаева¹, Р. Р. Баширов¹, К. Б. Гимбатова, М. С. Султанахмедов²

¹ Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН
² Отдел математики и информатики ДНЦ РАН

Приведены данные по поступлению фотосинтетически активной радиации (ФАР) на поверхность почвы и коэффициенту его использования по годам и периодам года в зависимости от гидротермических условий и динамики вредных солей в почве. Рассмотрены вопросы изменения видового состава фитоценозов в зависимости от экологических факторов.

The data on receipt of photosynthetically active radiation (FAR) on the soil surface and the coefficient of its use over the years and periods of the year depending on the hydrothermal conditions and dynamics of harmful salts in the soil are given. The questions of changes in species composition phytocenoses depending on environmental factors is considered.

Ключевые слова: гидротермические условия; солеобразующие ионы; засоленность почвы; видовой состав фитоценоза; надземная фитомасса; подземная фитомасса; коэффициент использования ФАР; интеграл засухливости; интеграл увлажненности.

Keywords: hydrothermal conditions; salt-forming ions; salinity; species composition phytocenosis; aboveground phytomass; underground phytomass; coefficient of the FAR use; aridity integral; moisture integral.

Поступление фотосинтетически активной радиации (ФАР) на поверхность почвы зависит от географической широты местности и гипсометрических отметок и колеблется в значительных пределах: от 34,6 ккал/см² в районе Ленинграда до 44,4 в пределах Москвы и 56,87 ккал/см² в районе Дербента [1]. На такую же площадь в предгорной подпровинции Дагестана поступает 47,55 (Буйнакск) – 43,91 (Сергокала) ккал/см², в Терско-Сулакской подпровинции – 49,94 (Бабаюрт) – 51,19 (Кизляр), в Терско-Кумской подпровинции (Кочубей) – 50,87, в Приморской низменности (Дербент) – 56,87 ккал [2]. Эти показатели являются основой при расчетах теоретически возможной урожайности фитоценозов в любом регионе мира.

Фактически достигаемая урожайность фитомассы в экосистемах не всегда соответствует приведенным данным и зависит от складывающихся климатических условий года или периода года (количества и интенсивности осадков, температуры и относительной влажности воздуха и др.) и почвенных условий (водно-физических характеристик, обеспеченности питательными элементами, степени и типа засоленности и др.). Так, для формирования урожайности 3,0–4,0 т зерна с 1 га даже в агроценозах, условия функционирования которых в значительной степени регулируются с помощью средств интенсификации производства (удобрений, средств защиты растений от вредных организмов, орошения), используется не более 1,5–2% ФАР [2]. В условиях Северо-Западного Прикаспия, где расположена Кочубейская биосферная станция (КБС) ПИБР ДНЦ РАН и где урожайность воздушно-сухой надземной фитомассы очень низкая, используется незначительное ее количество. Она может колебаться в зависимости от режима использования пастбищ от 1,6 до 4,4 ц/га [3], от стадии развития процесса опустынивания – от 1–3 до 5–6 ц/га [4], от солончаковатости или солонцеватости даже одного и того же подтипа почвы – от 5,2–5,4 ц/га [5]. На территории Ергенинской возвышенности и Прикаспийской низменности Республики Калмыкия урожайность фитоценозов в зависимости от состава растительных ассоциаций отклоняется от 1,4 до 17,1 ц/га [6]. По нашим расчетам, при урожайности 5 ц/га воздушно-сухой фитомассы из поступающей на поверхность

почвы 50,0 ккал/см² пастбищный фитоценоз использует всего 0,04% ФАР, поступающей на поверхность почвы. В этой связи чрезвычайный интерес в научном и практическом плане представляет исследование фактически достигаемой урожайности фитоценозов при различных условиях влагообеспеченности территории не только по среднегодовым показателям, но и по сезонам года, а также с учетом динамики токсичных солей и их химизма по горизонтам почвы в КБС. Такие исследования в рассматриваемых условиях и сопредельных регионах Прикаспия ранее не проводились.

Материалы и методы

Объектом исследований является светло-каштановая карбонатная солончаковая почва Кочубейской биосферной станции на территории Терско-Кумской низменности Прикаспия. Период проведения исследований – 2011–2013 гг. Плотность слоя почвы 0–30 см 1,14 г/см³, наименьшая влагоемкость (НВ) – 27,8%; содержание гумуса – 1,12%, P₂O₅ – 1,11 мг/100 г, K₂O – 20,12 мг/100 г почвы. Тип засоления по горизонтам почвы меняется от сульфатно-хлоридного до хлоридно-сульфатного, степень засоления – от слабого в верхних слоях до сильного в нижележащих.

Расчет коэффициента использования ФАР проводился с применением формулы А.А. Ничипоровича [7] для определения теоретически возможной урожайности растений:

$$Y = R \times 10^8 \times K / 10^2 \times 4 \times 10^3 \times 10^2, \quad (1)$$

где: Y – биологический урожай абсолютно сухой надземной массы, ц/га; $R \times 10^8$ – количество ФАР, поступающей на 1 га за период вегетации растений, ккал; K – запланированный коэффициент использования ФАР, %; 4×10^3 – количество энергии, выделяемой при сжигании 1 кг сухого вещества биомассы, ккал/кг; 10^2 – перевод кг в ц продукции.

Для расчета коэффициента использования ФАР формула имеет вид:

$$K = Y \times 10^2 \times 4 \times 10^3 \times 10^2 / R \times 10^8. \quad (2)$$

При проведении расчетов продолжительность вегетационного периода растений рассчитывалась исходя из дат перехода среднесуточной температуры воздуха через $\pm 5^\circ\text{C}$. Поступление ФАР на 1 см² почвы за год в рассматриваемой низменности составляет 50,87 ккал (213,23 КДж), в том числе по месяцам (ккал): январь – 0,59, февраль – 1,99, март – 3,82, апрель – 5,97, май – 7,27, июнь – 8,48, июль – 7,84, август – 6,22, сентябрь – 4,59, октябрь – 2,57, ноябрь – 1,19, декабрь – 0,34 [8].

Климатограммы за эти годы составлены по методу Вальтера [9], в которых в засушливые периоды кривая температур воздуха располагается над кривой осадков, во влажные, наоборот, – кривая осадков размещается выше кривой температур. Для вычисления площадей участков между линиями среднемесячных температур воздуха ($^\circ\text{C}$) и суммы месячных осадков (мм) использованы интегралы: $\int_a^b \max(W(t) - T(t), 0) dt$ – для вычисления площади засушливых периодов, $\int_a^b \max(W(t) - T(t), 0) dt$ – для увлажненных периодов.

Запасы надземного и подземного растительного вещества учитывались по методике А.А. Титляновой [10]. Надземную массу определяли укосным методом с выделением фракций: живая фитомасса (воздушно-сухая), ветошь (мертвые части растений, сохранившие связь с растениями), степной войлок (мертвые остатки растений на поверхности почвы, лишенные связи с растениями). Подземную массу определяли в эти же сроки на тех же учетных площадках (после скашивания надземной массы) до глубины 60 см методом монолита. Размер монолитов 10×10×10 см, повторность 4-кратная. Названия видов растений даны по С.К. Черепанову [11].

Результаты исследований

Климатические условия на Терско-Кумской низменности за годы наших исследований сложились более благоприятно в сравнении с многолетними данными. Основным показателем, характеризующим наличие таких условий, является количество осадков, выпавших за вегетационный период фитоценозов. В 2011–2013 гг. их выпало на 15–31 мм больше, но температура воздуха за этот же период оказалась выше на 1,0–2,3 $^\circ\text{C}$ по срав-

нению с многолетними данными. Очевидно, по этой причине испаряемость за годы исследований увеличилась на 10,8–22,1%. Если исходить из показателя КУ, то в 2012 и 2013 гг. он соответствовал многолетнему значению – 0,11 (отклонения $\pm 0,01$), а в 2011 г. превысил его на 0,03. Поэтому можно считать, что годы проведения исследований в целом были типичными для условий Терско-Кумской низменности.

При этом количество осадков по периодам вегетации пастбищных фитоценозов было неодинаковым. Согласно результатам наших наблюдений, наиболее значимыми для достижения высокой продуктивности эфемеровой синузиды в рассматриваемых условиях являются осадки за апрель и май. Температура воздуха за эти месяцы также благоприятствует формированию фитомассы растений. Соответственно по месяцам она составила: в 2011 г. – 9,2 и 18,4°C, в 2012 г. – 15,1 и 20,9°C, в 2013 г. – 12,2 и 20,0°C. За указанные месяцы в 2011 г. выпало 85 мм осадков, в 2012 г. – 25,3 мм, в 2013 г. – 40,0 мм, то есть в первый год исследований сумма осадков превысила показатели двух последующих лет в 3,4 и 2,1 раза. Между суммой осадков за апрель – май и урожайностью надземной фитомассы эфемеров и эфемероидов существует прямая коррелятивная связь, которая в 2011 г. имела сильную ($r = 0,89$), а в два последующих года – среднюю ($r = 0,43$ и $0,35$) степень выраженности.

Интеграл увлажненности за те же месяцы в 2011 г. составил 29,8. В 2012 и 2013 гг. кривая увлажненности опускалась ниже кривой среднесуточных температур воздуха, поэтому формировался интеграл засухливости, который составил соответственно по годам 37,3 и 98,9. Разница в его показателях между первым и двумя последующими годами составила 67,1 (2012 г.) и 128,7 (2013 г.) и сказалась существенно на продуктивности эфемеровой синузиды. Главным образом по этой причине урожайность живой надземной фитомассы последней за 2012–2013 гг. снизилась по сравнению с 2011 г. соответственно в 9,2 и 1,5 раза (рис. 1).

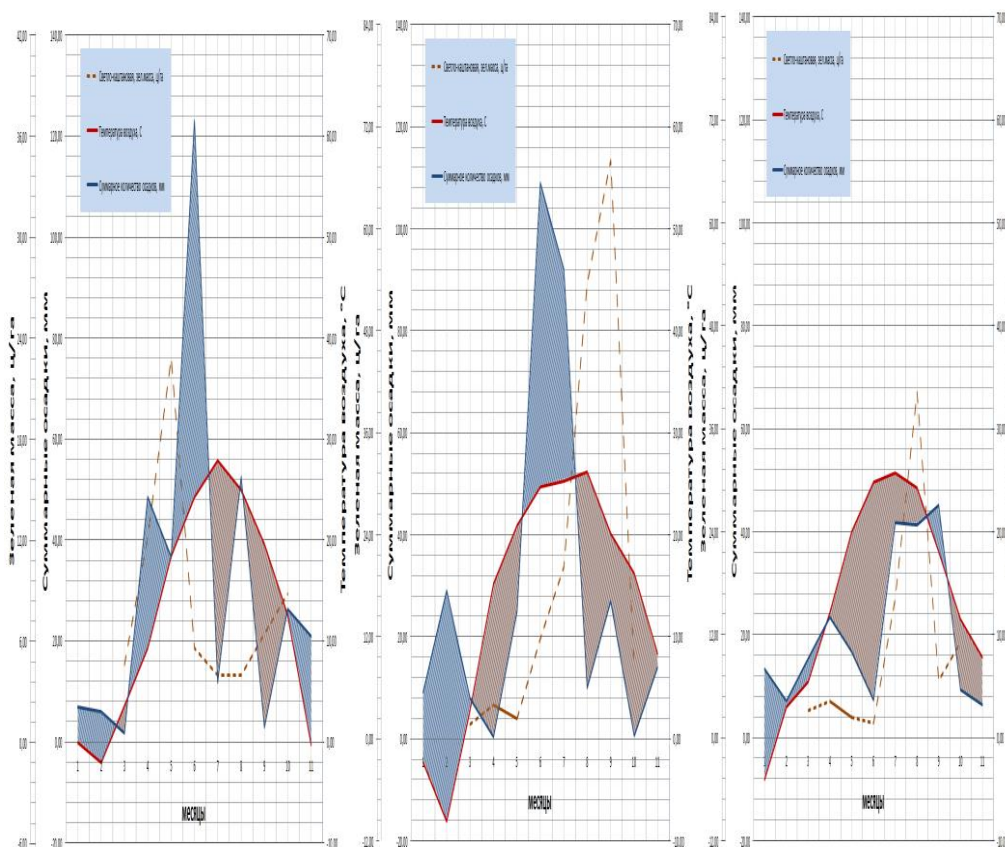


Рис. 1. Климатограммы и динамика накопления живой надземной фитомассы на светло-каштановой почве (в переводе на воздушно-сухую) в 2011 г. (рис. слева) и в 2012 г. Штриховка над жирной линией – увлажненный период, под линией – засушливый период.

Доминантами из эфемеровых на экспериментальном участке являются: мятлик одно-летний (*Poa annua* L.), мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.), мортук восточный (*Eretopyrum orientale* (L.) Jaub. et Spach.), костер растопыренный (*Bromus squarrosus* L.), костер кровельный (*Anisantha tectorum* L.), полевица малая (*Eragrostic minor* Host.), из крестоцветных – бурачок пустынный (*Alussum desertorum* Stapf.).

Осадки в первых двух декадах июня в 2011 г. не обеспечили заметного прироста фитомассы. К этому времени урожай эфемеров уже был сформирован и существенную прибавку к нему осадки этого периода не могли дать. А высокие температуры воздуха в течение этого и двух последующих месяцев (соответственно 24,3; 27,9 и 24,9°C) способствовали интенсивной потере влаги выпавших осадков, поскольку испаряемость по тем же месяцам составила 291, 337 и 293 мм, КУ – соответственно 0,08; 0,04 и 0,18. Поэтому суммарная урожайность разнотравья и солянок в последующие месяцы вегетации составила всего 8,9 ц/га – 67% к урожайности эфемеров и эфемероидов (рис. 2).

В 2012 г. интеграл засушливости за апрель – май составил 37,3, испаряемость увеличилась на 67 мм, КУ уменьшился в 5 раз (табл. 1). Такие условия способствовали подъему водорастворимых солей к верхнему горизонту почвы и существенному изменению видового состава фитоценозов. Содержание Cl^- в слое 0–20 см по сравнению с тем же периодом 2011 г. увеличилось в 3,9 раза, SO_4^- – в 1,7 раза, в метровом слое соответственно в 2,2 и 1,4 раза. Если в 2011 г. степень засоленности почвы в слое 0–35 см характеризовалась как слабая (по классификации Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой [12]), то в 2012 г. – как средняя при одном и том же хлоридно-сульфатном типе засоления.

Обратная картина наблюдалась за эти же годы в летний период. В засушливые месяцы 2011 г. (июль – август) иона Cl^- в том же слое 0–20 см, где сосредоточена основная масса корней, содержалось 2,30 мг.-экв./100 г, а в 2012 г. – в 1,6 раза меньше, соотношение $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^-$ – соответственно в 1,24 и 0,59, тип засоления слоя почвы 0–8 см в первом случае характеризовался как сульфатно-хлоридный, во втором – как хлоридно-сульфатный. Очевидно, уменьшение содержания ионов Cl^- и его соотношения к SO_4^- способствовало резкому увеличению урожайности разнотравья и солянок в 2012 г. Особенно выделялся буйным ростом курай – солянка грузинская (*Salsola iberica* Sennen et Pau). В период с августа по октябрь в фитомассе встречались и другие представители солянок – солянка южная, петросимония супротиволистная, петросимония трехтычинковая, из сложноцветных – полыни таврическая и Лерха. Но доля курая в суммарной фитомассе была преобладающей – соответственно 53,6–68,1 ц/га. Надземная фитомасса солянок в 2012 г. превысила показатель 2011 г. в 20,1 раза. Такого обилия растений (60–76 экз./м²) *Salsola iberica* Sennen et Pau, такого интенсивного роста (до 1,0–1,2 м) и формирования фитомассы, как в 2012 г., ранее в рассматриваемых условиях не наблюдалось, хотя очаги их встречались ежегодно на значительных площадях. Биологическая особенность этого растения, очевидно, такова, что засушливый период в апреле – мае (интеграл засушливости 37,3) и последующая оптимизация условий увлажнения способствуют достижению высокой продуктивности растений.

Урожайность зеленой фитомассы во второй половине лета 2012 г. увеличилась и за счет разнотравья, в первую очередь из семейства сложноцветных – полыни таврической (*Artemisia taurica* Willd.) и Лерха (*Artemisia lercheana* Web. ex Stechm.), из семейства маревых – петросимонии супротиволистной (*Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv.), петросимонии трехтычинковой (*Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk.), солянки южной (*Salsola australis* R. Br.), лебеды татарской (*Atriplex tatarica* L.), из семейства парнолистниковых – парнолистника обыкновенного (*Zygophyllum vulgare* L.), из злаковых – житняка пустынного (*Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult.) и др.

Экологические условия функционирования экосистем в 2013 г. занимают промежуточное положение между двумя предшествовавшими годами исследований. Это касается и климатических условий, и содержания солеобразующих ионов в почве, и урожайности фитомассы.

Таблица 1. Динамика экологических факторов и содержания вредных солей в гор. А (0–8 см) и В₁ (9–20 см) светло-каштановой почвы за вегетационные периоды 2011–2013 гг.

Время года, слой почвы	2011 г.						2012 г.						2013 г.					
Весна, апрель – май	1 – 85 мм; 2 – 13,8°C; 3 – 73%; 4 – 135 мм; 5 – 0,30; 6а – 15,7 ц/га*						1 – 25 мм; 2 – 18,0°C; 3 – 61%; 4 – 202 мм; 5 – 0,06; 6а – 1,7 ц/га						1 – 40 мм; 2 – 16,4°C; 3 – 64%; 4 – 178 мм; 5 – 0,10; 6а – 10,7 ц/га					
	сумма солей*, мг.-экв/100 г	содержание ионов			соотношение		сумма солей	содержание ионов			соотношение		сумма солей	содержание ионов			соотношение	
		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Cl ⁻ : SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺ ± SO ₄ ⁻²		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Cl ⁻ : SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺ ± SO ₄ ⁻²		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Cl ⁻ : SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺ ± SO ₄ ⁻²
0–8 см	0,06	0,21	1,50	0,50	0,14	-1,00	0,31	0,82	1,62	0,56	0,51	-1,06	0,26	0,39	1,38	0,55	0,28	-0,83
9–20 см	0,13	0,30	0,85	0,50	0,35	-0,35	0,47	0,88	1,77	0,59	0,50	-1,18	0,33	0,37	1,48	0,59	0,25	-0,89
Лето, июль – август	1 – 64 мм; 2 – 27,4°C; 3 – 58%; 4 – 315 мм; 5 – 0,11; 6б – 8,9 ц/га						1 – 102 мм; 2 – 25,8°C; 3 – 62%; 4 – 275 мм; 5 – 0,21; 6б – 68,5						1 – 83 мм; 2 – 25,0°C; 3 – 59%; 4 – 355 мм; 5 – 0,11; 6б – 36,3					
	сумма солей, мг.-экв/100 г	содержание ионов			соотношение		сумма солей Ca ⁺⁺	содержание ионов			соотношение		сумма солей	содержание ионов			соотношение	
		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Cl ⁻ : SO ₄ ⁻²	SO ₄ ⁻² ± SO ₄ ⁻²		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Cl ⁻ : SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺ ± SO ₄ ⁻²		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Cl ⁻ : SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺ ± SO ₄ ⁻²
0–8 см	0,32	0,96	1,82	0,56	0,50	-1,26	0,12	0,28	0,82	0,65	0,34	-0,17	0,24	0,41	0,89	0,63	0,46	-0,26
9–20 см	0,29	0,87	1,41	0,63	0,61	-0,78	0,24	0,38	0,87	0,59	0,44	-0,28	0,35	0,46	0,95	0,71	0,48	-0,24

*1 – Σ осадков; средние значения: 2 – температуры воздуха; 3 – относительной влажности воздуха; 4 – испаряемости; 5 – коэффициента увлажнения; 6а – урожайности фитомассы эфемеров и эфемероидов; 6б – урожайности фитомассы разнотравья и солянок



Май 2011 г., интеграл увлаженности 29,8



Сентябрь 2011 г., интеграл засушливости 63,4



Май 2012 г., интеграл засушливости 37,3



Сентябрь 2012 г., интеграл увлаженности 203,8

Рис. 2. Фитоценозы на светло-каштановой почве и интегралы увлаженности и засушливости климата по периодам года

Увеличение или уменьшение урожайности надземной фитомассы (x) сопровождается соответствующей динамикой корневой массы растений (y). Коррелятивная зависимость между этими показателями неодинакова в годы с различной влагообеспеченностью. Так, согласно нашим расчетам, в наиболее увлажненном 2011 г. (301 мм осадков за вегетационный период) она выражается уравнением регрессии: $Y = 3,37x - 25,54$ при $r = 0,84$; в менее увлажненном 2012 г. (298 мм): $Y = 0,238x + 46,45$; $r = 0,51$; в засушливом 2013 г. (185 мм): $Y = 10,16x + 37,35$; $r = 0,17$. Таким образом, формирование фитомассы и ее видового состава в КБС, соответственно и на территории Терско-Кумской низменности Прикаспия, является результатом совокупного действия различных экологических факторов, основными из которых являются: осадки, температура воздуха, ее относительная влажность, испаряемость, коэффициент увлажнения, а также степень и химизм засоления почвы.

Зависимости между указанными факторами выражаются следующими уравнениями множественной регрессии:

для эфемеров и синузидов: $Y = 17,13 + 0,0425x_1 + 0,0087x_2 - 4,66x_3 - 20,65x_4 + 0,6x_5$;

для разнотравья и солянок: $Y = 9,65 + 0,18x_1 - 0,0147x_2 - 15,54x_3 + 45,78x_4 - 21,44x_5$,

где Y – урожайность воздушно-сухой фитомассы, ц/га; x_1 – осадки за вегетационный период, мм; x_2 – испаряемость, мм; x_3 – КУ; x_4 – содержание Cl^- в слое 0–20 см, мг-экв/100 г почвы; x_5 – соотношение $Cl^-:SO_4^{2-}$ в слое 0–20 см.

Таблица 2. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 5°C и количество ФАР, поступающей на 1 см², по метеостанции Кочубей за 2011–2013 гг.

Месяц	Продолжительность периода с температурой воздуха выше 5°C (день)			Количество ФАР, поступающей на 1 см ² за этот период, ккал		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Март	16	7	30	1,97	0,86	3,82
Апрель – октябрь	214	214	214	47,95	47,95	47,95
Ноябрь	2	30	30	0,08	1,19	1,19
За вегетационный период	232	251	274	50,00	50,00	52,96

Для оценки эффективности использования пастбищным фитоценозом ФАР нужно знать продолжительность его вегетационного периода и количество калорий, поступающих на поверхность почвы за этот период. По средним многолетним данным, продолжительность вегетационного периода пастбищных фитоценозов в районе Кочубея составляет 260 дней (с 27 марта по 15 ноября). За годы проведения наших исследований переход указанной температуры воздуха через $\pm 5^\circ C$ в 2011 г. отмечен 15 марта и 2 ноября, в 2012 г. – 24 марта и 30 ноября, в 2013 г. – 1 марта и 27 ноября. Продолжительность вегетационного периода пастбищных экосистем составила соответственно по годам 232–274 суток, количество ФАР, поступившей на 1 см² почвы за эти годы, – 50,00; 50,00 и 52,96 ккал (табл. 2).

Таблица 3. Коэффициент использования ФАР пастбищными фитоценозами на светло-каштановой почве Кочубейской биосферной станции, 2011–2013 гг.

Год	Всего	Приходится на долю, %	
		эфемеров и эфемероидов	разнотравья и солянок
2011	0,20	63,8	36,2
2012	0,57	2,4	97,6
2013	0,36	22,8	77,2
Средний	0,38	19,7	80,3

Коэффициенты использования ФАР пастбищными фитоценозами на светло-каштановой почве, которые рассчитаны нами с использованием этих данных и формулы (2) для Кочубейской биосферной станции в 2011–2013 гг., показывают, что ресурсы солнечной энергии в рассматриваемых условиях используются крайне неэффективно из-за недостаточного количества атмосферных осадков и засоленности почвы (табл. 3).

В зависимости от климатических условий года пастбищные фитоценозы используют 0,20–0,57% ФАР. Доля эфемеров и эфемероидов из этого количества составляет в среднем за годы исследований около 20%, остальные 80% – разнотравье и солянки, основная часть из которых приходится на солянку грузинскую (курай) – плохо поедаемое животными и менее ценное в кормовом отношении растение. Однако, учитывая толерантность растения и большую вегетативную массу, создаваемую на засоленных почвах, на наш взгляд, перспективным является продолжение дальнейших исследований с солянкой грузинской в направлении установления ее фитомелиорирующей роли в рассматриваемых условиях.

Заключение

1. На Кочубейской биосферной станции ПИБР ДНЦ РАН и на всей Терско-Кумской низменности наблюдается два пика продуктивности фитоценозов: первый – эфемерово-синузии в середине мая – начале июня; второй – разнотравья и солянок – во второй половине сентября.

2. Высокая продуктивность эфемеров и эфемероидов (2011 г., 13–15 ц/га воздушно-сухой массы) на светло-каштановой почве достигается при стечении следующих экологических факторов в течение апреля – мая: осадки 80–85 мм, среднесуточная температура воздуха 15–16°C, относительная влажность воздуха 70–73%, испаряемость 130–140 мм, КУ 0,30, интеграл увлажненности периода 29,8. Благодаря этим климатическим условиям степень засоления слоя почвы 0–35 см классифицировалась как слабая, тип засоления хлоридно-сульфатный. Коэффициент использования ФАР только эфемерово-синузией составил 0,13%, а всей фитомассой за вегетационный период – 0,20%.

Ухудшение гидротермических показателей в этот же период 2012 г., выразившееся в уменьшении количества осадков до 25–26 мм, относительной влажности воздуха до 61%, КУ до 0,06 при одновременном увеличении среднесуточной температуры воздуха до 18,0°C, испаряемости до 200–202 мм, а также формирование интеграла засушливости (37,3) приводит к увеличению содержания ионов Cl^- в том же слое почвы до 0,82–0,85 мг-экв, снижению урожайности фитомассы до 1,7 ц/га (2012 г.) и коэффициента использования ФАР до 0,01%.

3. В годы с обильными осадками в июле – августе (102 мм), несмотря на увеличение среднесуточных температур воздуха до 25–26°C и испаряемости до 275 мм, сохраняется относительно высокий КУ (0,21), содержание Cl^- в слое 0–20 см снижается до 1,40 мг-экв./100 г, соотношение $\text{Cl}^-:\text{SO}_4^{2-}$ до 0,59–0,84 во второй половине лета, урожайность разнотравья и солянок (преимущественно солянки грузинской – курая) увеличивается до 69,5 ц/га. Коэффициент использования ФАР достигает 0,57, из которых на долю фитомассы разнотравья и солянки грузинской приходится 87,6% (2012 г.). Задача дальнейших исследований заключается в том, чтобы оценить фитомелиорирующую роль этого растения в направлении определения выноса солеобразующих ионов из почвы и дальнейшего перераспределения их в экосистеме.

4. В обычные по климатическим условиям годы (2013 г.), когда атмосферные осадки в течение вегетационного периода распределяются относительно равномерно, урожайность эфемеров и эфемероидов составляет 10,7 ц/га, разнотравья солянок – 36,3 ц/га, коэффициент использования ФАР за вегетационный период достигает 0,36, доля эфемерово-синузии в нем составляет всего 22,6%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев М.: Россельхозиздат, 1977. 188 с.
2. Гасанов Г.Н. Основы систем земледелия Западного Прикаспия. Махачкала, 2008. 263 с.

3. *Муратчаева П.М.-С., Хабибов А.Д.* О состоянии растительного покрова зимних пастбищ равнинного Дагестана в зависимости от режима использования // *Современные наукоемкие технологии.* 2008. № 2. С. 92–93.
4. *Залибеков З.Г.* Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров. М., 2000. 219 с.
5. *Усманов Р.З.* Экологическая оценка и научные основы восстановления природного потенциала деградированных почв Северо-Западного Прикаспия: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Махачкала, 2009. 46 с.
6. *Джапова Р.Р.* Динамика растительного покрова Ергенинской возвышенности и Прикаспийской низменности в пределах Республики Калмыкия : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: МГУ, 2007. 47с.
7. *Ничипорович А.А.* О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах // *Фотосинтез и вопросы продуктивности растений.* М.: Изд. АН СССР, 1963. С. 5–36.
8. *Фитомелиорация засоленных почв Западного Прикаспия / Г.Н. Гасанов, М.Р. Мусаев, Г.М. Абдурахманов, С.А. Курбанов, А.М. Аджиев.* М.: Наука, 2004. 270 с.
9. *Walter H.D.* Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Die tropischen und subtropischen Zonen // *Veb Gustav Fischer Verlag.* 1964. Vol. 1. P. 551.
10. *Титлянова А.А.* Продуктивность травяных экосистем // *Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / под ред. В.Б. Ильина.* Новосибирск: Наука., Сиб. отд-ние, 1988. С. 109–127.
11. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения СССР. Л.: Наука, 1981. 510 с.
12. *Базилевич Н.И. и Панкова Е.И.* Инструкция по учету засоленных почв. М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, Гипроводхоз, 1968. 50 с.

Поступила в редакцию 17.02.2015 г.

Принята к печати 29.06.2015 г.