

А. Н. З И Р О Я Н

БИОЭНЕРГИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ АРМЕНИИ

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам изучения содержания энергии в растительных сообществах (Дылис, 1978). Способность автотрофных организмов синтезировать органические вещества под воздействием энергии солнца характеризует наличие количественных связей между продуцирующей фитомассой ценозов и фотосинтетически активной радиации (ФАР).

Энергетические оценки фитомассы, накопленной ценозами, имеются в работах многих авторов (Ничипорович, 1973; Анапиев, 1973; Тооминг, Каллис, 1973; Дадькин, Кононенко, 1975; Ефимова, 1977; Морозов, 1979; Гамкрелидзе, 1984 и др.). Для Армении приводятся лишь некоторые сведения об интенсивности фотосинтеза и действии ультрафиолетовой радиации на спектральные свойства высокогорных растений (Шахов и др., 1965; Шайдулов, Наринян, 1967). Одновременно с изучением биопродуктивности растительного покрова Армении нами предпринята попытка определить калорийность растений и количество энергии, аккумулированной в фитомассе ценозов (Зироян, 1989).

Проведенные нами исследования показали, что количество фитомассы и аккумулированной энергии (биоэнергии) растительных сообществ меняется в зависимости от особенностей растительного покрова. В пустынных сообществах (высота 800–1000 м над ур.м.) общая биоэнергия составляет $6,30-22,56 \cdot 10^6$ ккал/га, КПД ФАР – 0,034–0,108%. При этом высоким КПД отличаются псаммофитные, а низким – гипсофитные формации.

В полупустынных сообществах наибольший запас энергии аккумулируется в подземных частях, а наименьший – в надземных. Аналогичная закономерность отмечена у многолетних растений, а у эфемеров количество запасенной энергии в надземных и подземных частях почти одинаково.

Теплотворная способность у изученных видов полупустынных рас-

тений неодинакова. Она в сухой надземной и подземной массе колеблется в пределах 4,140–4,873 и 3,902–4,221 ккал/г. Межвидовые различия в калорийности надземной массы составляли 0,733 ккал/г (полынь душистая – 4,873, эфемеры – 4,140), подземной массы – 0,319 ккал/г. Калорийность эфемеров значительно ниже, чем калорийность многолетников. Еще более низкая калорийность у мхов и лишайников (Зироян, Абрамян, 1980).

Из отдельных органов растений энергетически наиболее богатыми были семена, далее побеги, затем корни (у *Sarcoparis spinosa* соответственно 5,116; 4,390; 4,221 ккал/г).

Для полупустынных фитоценозов общая биоэнергия оценивается в $21,14-65,77 \cdot 10^6$ ккал/га, КПД ФАР за вегетационный период составляет 0,041–0,113%.

Общая биоэнергия в нагорно-ксерофитных сообществах оценивается в $18,55-22,32 \cdot 10^6$ ккал/га, КПД ФАР – 0,050–0,100%. Следовательно, характерной особенностью большинства пустынно-полупустынных и нагорно-ксерофитных ценозов является низкое аккумулярование биоэнергии надземной части и использование солнечной энергии. Для повышения КПД требуется не только улучшение водного режима почвы и минерального питания растений, но и увеличение густоты растений на пастбищах и сознательное заполнение и сочетание растениями, имеющими высокую биопродуктивность.

В горно-степных фитоценозах были получены примерно такие же данные по общей аккумулялированной энергии. Основная часть накопленной энергии приходится на подземные органы (до 90% от общей энергии).

В лугостепных фитоценозах значительную часть общей энергии запасают трагакантники и можжевельник низкорослый, которая достигает 15,8 и 32,7%. Общий запас энергии травяного покрова составляет $31,16-56,32 \cdot 10^6$ ккал/га (подземная часть – $25,70-44,43 \cdot 10^6$, надземная – $5,46-11,89 \cdot 10^6$ ккал/га). КПД ФАР за вегетационный период колеблется в пределах 0,116–0,349%.

Из вышесказанного следует, что существует огромный разрыв между возможным КПД ФАР – 5–6%, и реальным – в лугостепных сообществах. Это свидетельствует о том, что энергетические ресурсы используются лугостепными фитоценозами далеко недостаточно, и для повышения КПД большое значение имеют как густота, так и ассимиляционная поверхность ценоза.

У изученных видов лугостепных растений теплолюбивая способность неодинакова и в сухой надземной массе колеблется от 3,978 до 5,330 ккал/г. Наибольшая калорийность отмечена у *Juniperus depressa* – 5,330 и *Astragalus aureus* – 4,600 ккал/г, что, по-

видимому, обусловлено наличием в растительной массе смолистых и гумидных (для трагакантовых астрагалов) веществ.

У травянистых видов теплотворная способность в надземной массе варьирует от 3,978 (*Salvia verticillata*) до 4,487 ккал/г (*Plantago atrata*). Теплотворная способность подземной массы, по сравнению с надземной, значительно ниже, составляя у этих видов 3,441–4,208 ккал/г. Более высокая теплоспособность также у эфемероидов – 4,254 ккал/г (в надземной массе) и 3,912 (в подземной).

У изученных видов травянистых растений наибольшая калорийность отмечена у *Trifolium trichoscephalum* – 120,2 и 288,6 ккал/м², он отличается сравнительно высоким КПД – 0,074%.

Для повышения биопродуктивности и биоэнергии растительных сообществ, а значит и для более полного использования солнечной энергии, большое значение имеет листовая поверхность. Некоторые исследователи считают, что фотосинтетическая деятельность тесно связана с размером общей листовой поверхности и, регулируя ее, можно управлять урожаями (Ничипорович, 1973). В настоящее время принято считать, что высокая продуктивность фитоценоза обеспечивается при общей площади листьев от 4–5 до 12 м²/м², благодаря чему листья могут поглощать 93–95% входящей в них энергии света (Ничипорович, 1973). Поэтому главная задача состоит в том, чтобы наилучшим образом использовать энергию ФАР и добиться доведения КПД ФАР до 5–6% (Ничипорович, 1973; Ковда, 1969).

Результаты наших исследований показывают, что листовая поверхность действительно играет значительную роль для общей калорийности и продуктивности растений. У изученных нами наиболее распространенных лугостепных сообществ в период максимального развития травостоя листовая поверхность составляет 1,72 м²/м².

Наибольшее содержание энергии в травостое отмечено в субальпийских фитоценозах, где оно в надземной и подземной частях достигает 37,0·10⁶ и 32,3·10⁶ ккал/га, здесь же отмечен наиболее высокий КПД – 0,202–1,110%.

В субальпийском поясе высокой биоэнергией особенно выделялось высокотравье. При этом общая биоэнергия составляет 53,01–69,30·10⁶ ккал/га, из них надземная – 26,0–37,0, подземная – 26,41–32,30·10⁶ ккал/га. КПД ФАР за вегетационный период варьирует от 0,798 до 1,110%.

У альпийских растений теплотворная способность колеблется в надземной и подземной частях в пределах от 4,158 и 4,138 до 4,647 и 4,813 ккал/га. Приведенные цифры наглядно показывают, что альпийские растения, в отличие от полупустынных и лугостепных, ха-

рактируются более высокой теплотворностью подземной массы. Наибольший запас энергии аккумулируется в подземных частях травостоя — $15,98-32,32 \cdot 10^6$, а наименьший в надземных — $2,55-4,48 \cdot 10^6$ ккал/га. Аналогичная закономерность отмечена и у отдельных видов растений. Следовательно, высокая теплотворная способность и большой запас энергии обуславливают долговечность и выносливость альпийских растений в экстремальных условиях существования.

В альпийских фитоценозах общая биоэнергия оценивается в $19,11-38,22 \cdot 10^6$ ккал/га. Основная часть приходится на травы, затем мхи и лишайники. Несмотря на то, что альпийские фитоценозы характеризуются низкой производительностью, они отличаются сравнительно высоким КПД — $0,120-0,210\%$, что, главным образом, объясняется меньшей суммой ФАР за вегетационный период ($21,3$ ккал/см²).

Характерной особенностью большинства гигрофитных ценозов является высокое аккумулирование биоэнергии надземной частью ($35,77 \cdot 10^6$ ккал/га) и использование солнечной энергии ($0,539-1,185\%$).

Известно, что по мере роста растений возрастает расход энергии, используемой, главным образом, на их жизнедеятельность. Так как густота и высота водно-болотных и субальпийских высокотравных ценозов велика, то, вероятно, большее количество лучистой энергии может проникать в глубину этих ценозов в начале вегетаций. При дальнейшем развитии ценоза, особенно в фазе цветения, большей интенсивностью фотосинтеза отличаются верхние листья и стебель, а нижние высыхают и постепенно отмирают. Можно предположить, что за счет большого диаметра стебля и наличия в нем кислорода эти растения даже во влажных, плохо аэрируемых местобитаниях активно дышат (особенно подземные органы).

Основные агроценозы Армении аккумулируют значительную энергию в надземной фитомассе — $8,3-20,3 \cdot 10^6$ ккал/га, КПД ФАР за вегетационный период составляет $0,237-0,370\%$, т.е. фитоценозы далеко недостаточно используют энергию солнца. Вероятно, здесь многое зависит от сочетания экологических факторов, и при максимальном использовании ФАР необходима оптимизация других параметров, главным образом, водно-воздушного и температурного режимов, а также минерального питания.

Таким образом, естественные и искусственные фитоценозы Армении отличаются друг от друга как по количеству аккумулированной биоэнергии, так и по характеру использования солнечной энергии (ФАР). Наивысшие показатели биоэнергии отмечены в водно-болотных (гигрофитных) и лугостепных сообществах, где они достигают

соответственно II5,5 и III,5·10⁶ ккал/га, а наименьшие в пустынных и нагорно-ксерофитных – 22,56 и 23,32·10⁶ ккал/га.

Наибольший запас энергии в гигрофитных и агрофитоценозах аккумулируется в надземных органах, а в остальных – в подземных.

Наибольшая калорийность установлена у многолетников, наименьшая – у мхов и лишайников, промежуточная – у однолетников.

Из отдельных органов растений энергетически более богатыми являются семена, затем побеги, далее корни. При этом с увеличением высоты местности у растений возрастает калорийность подземной массы и в результате у некоторых альпийских видов теплопроводность подземной массы превышает надземную, что способствует возрастанию выносливости и долговечности альпийских растений в экстремальных условиях существования.

С высотей местности уменьшается суммарная ФАР за вегетационный период, что обусловлено как величиной прямой и рассеянной радиации, так и продолжительностью вегетационного периода растительных сообществ.

В изученных фитоценозах величины КПД ФАР за вегетационный период варьируют от 0,0341 (гипсофильная пустыня) до 1,185% (чистые заросли тростника). У отдельных видов КПД ФАР варьирует в пределах 0,002–0,140%, причем высоким КПД отличаются основные эдификаторы полупустынных, лугостепных и альпийских сообществ.

Из полученных данных видно, что существует огромный разрыв между предложенным КПД ФАР – 5–6% (Ничипорович, 1973; Ковда, 1969) и КПД основных сообществ Армении. Это свидетельствует о том, что энергетические ресурсы далеко недостаточно используются естественными и искусственными (агрофитоценозы) фитоценозами и для повышения КПД необходимо в аридных условиях улучшение водного режима почвы и минерального питания с целенаправленным изменением состава фитоценоза, имеющего высокую биопродуктивность.

ЛИТЕРАТУРА

- Анапиев И.М. Запас энергии в растительной массе житняково-пыльно-песчаноакациевого сообщества песков Малые Барсуки. Вестн.АН КазССР, 1973, 5, с.50–57.
- Гамкрелидзе Т.А. О микроклимате и энергетическом балансе субальпийского луга Центрального Кавказа. Изв.АН ГССР, сер. биол., 1984, 10, 6, с.400–405.
- Дадикян В.П., Кононенко Н.В. О теплопроводной способности органического материала древесных растений. Лесовед., 1975, 2, с.30–37.

- Дядко Н.В. Основы биогеоценологии. М., 1978, 152 с.
- Ефимова Н.А. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. Л., 1977, 216 с.
- Зироян А.Н., Абрамян А.А. Накопление фитомассы и энергии лишайниками в основных фитоценозах массива горы Арагац. Биол.ж. Армении, 1980, 33, I, с.51-55.
- Зироян А.Н. Фитоценологическая характеристика и продуктивность основных типов растительности Армении. Докт.дис., Ереван, 1989, 458 с.
- Ковда В.А. Проблемы биологической и хозяйственной продуктивности суши. В кн.: Общ.теор.пробл.биол.продукт., Л., 1969, с.8-24.
- Морозов В.Л. Энергетическая оценка запасов фитомассы травостоев в северных отрогах Главного хребта (Камчатка). Пробл.бот., 1979, 14, I, с.140-144.
- Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность и первичная продуктивность фитоценозов на современном этапе эволюции биосферы. В кн.: Пробл.биогеоценол., М., 1973, с.157-174.
- Тооминг Х.Г., Каллис А.Г. Значение и некоторые результаты исследования КПД растений и растительного покрова. Пробл.биогеоценол., 1973, с.203-219.
- Шайдулов В.С., Наринян С.Г. Об использовании солнечной энергии высокогорными растениями Арагаца. Биол.ж.Армении, 1967, 20, 7, с.33-39.
- Шахов А.А., Шищенко С.В., Хазанов В.С., Наринян С.Г. Действие ультрафиолетовой радиации на спектральные свойства растений. Изв.биол.н., 1965, 18, 6.

Bioenergy of some types of Armenian vegetation

A.N.Zirojan

Bioenergy of the main types of Armenian vegetation is discussed. The highest indicators of bioenergy are marked in marsh-water plants - hydrophytes and meadow-steppe cohabitations; the lowest - in desert and upland xerophyte plants. It is shown that energetic resources are not used enough by phytocoenosis and the efficiency of energetic balance during the vegetation period varies from 0,034 to 1,185%.

With altitude the plants underground part grows in calories, which stimulates the growth of hardiness and longevity of the high mountain plants in extreme conditions of life.

Ա.Ն. ԶԻՐՈՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱՌԱՆՁԻՆ ԲՈՒՄԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐԻ ԿԵՆՍԱԼՆԵՐԳԻՒՆ

Աշխատությունում լուսաբանված է Հայաստանի բուսական տիպերի կենսաէներգիան: Ամենաբարձր ցուցանիշները նկատված են Ջրա-մահճային և մարգագետնա-տափաստանային համակեցություններում, իսկ ցածրը՝ անապատային և լեռնաչորասեր: Բուսական համակեցությունների օգտակար գործողության գործակիցը կազմում է 0,034-1,185: Պարզվել է նաև, որ ըստ բարձրության ավելանում է բույսի ստորգետնյա օրգաններում էներգիայի քանակությունը, որը ապահովում է բարձրալեռնային բույսերի դիմացկանությունը անբարենպաստ պայմաններում: