

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. Г. Гаспарян

## Суточная динамика углеводов в листьях некоторых альпийских растений, произрастающих в различных условиях

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. О. Казаряном 24/V 1965)

Увеличение содержания сахаров (особенно в осеннее время) в листьях растений в зависимости от высоты места произрастания (в Швейцарских Альпах) впервые установлено Овертоном (1). Позднее, исследуя особенности ассимиляции альпийских растений, аналогичные результаты получили и другие авторы (2-3).

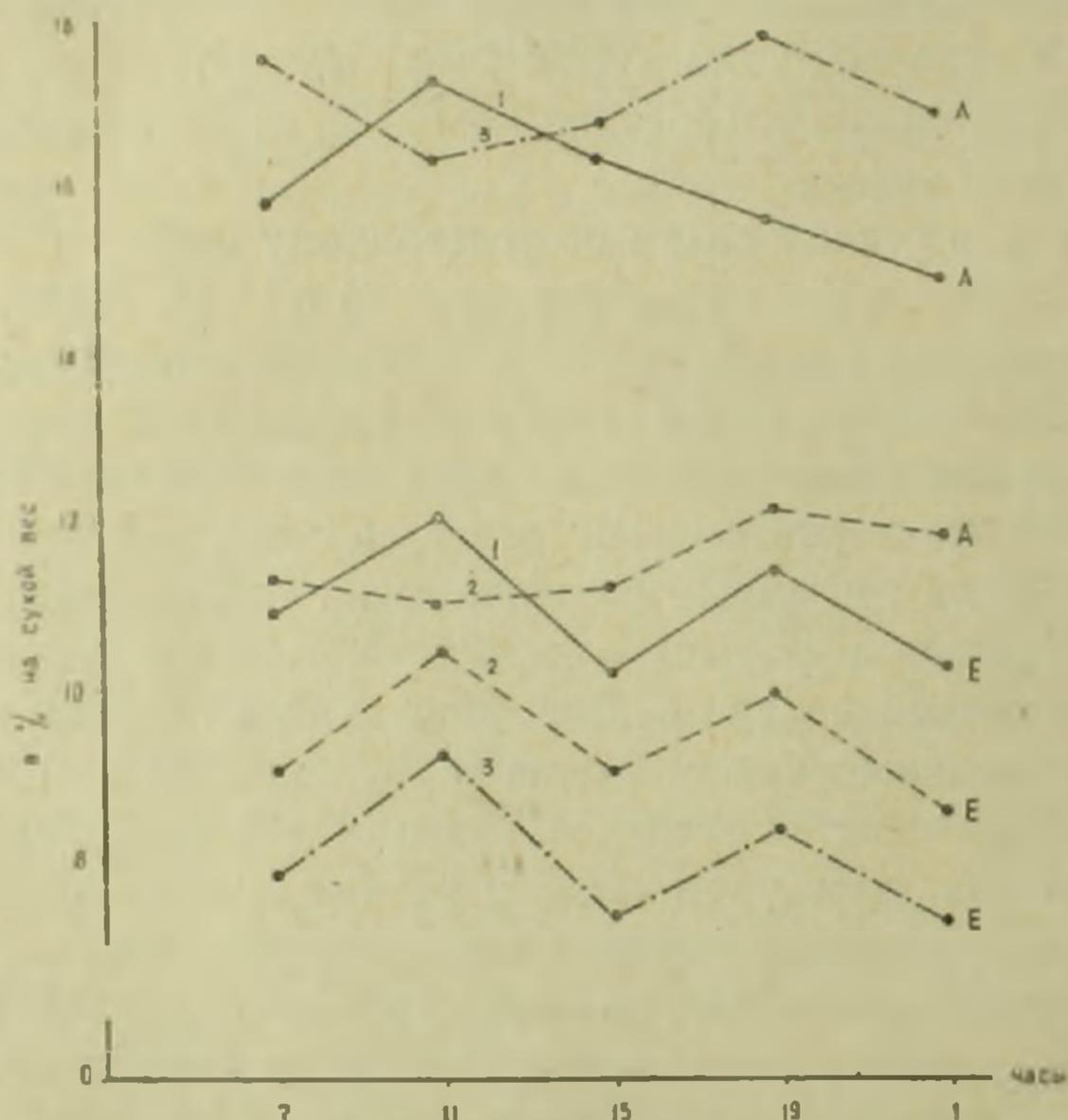
Обстоятельные исследования по углеводному обмену высокогорных растений, проведенные С. О. Гребинским (4) и Р. М. Рейнус (6), показали, что характерной особенностью их углеводного обмена является повышенное накопление сахаров, особенно сахарозы, и уменьшение нерастворимых углеводов, в частности крахмала. Ими же показано, что среди комплекса факторов высокогорного климата для повышения содержания углеводов решающее значение имеет температура: при ее понижении увеличивается у памирских растений количество растворимых углеводов, в частности сахарозы. Важнейшую роль температуры для накопления сахаров подчеркивает также О. В. Заленский (7).

Нами сделана попытка исследовать изменение различных форм углеводов у растений, произрастающих в разных физико-географических зонах (в Ереванском ботаническом саду, высота н. ур. м. 1200 м и на г. Арагац, высота н. ур. м. 3250 м) в их суточной динамике. Объектами исследований служили травянистые растения, многолетники, произрастающие на г. Арагац и перевезенные в условия Ереванского ботанического сада.

Пробы на анализ брались в ясные дни, в разных фазах развития растений (начало вегетации, разгар цветения, плодоношения) в 7 ч., 11 ч., 15 ч., 19 час. и 1 час ночи. Анализ углеводов проводился по схеме Кизеля, микрометодом Хагедорн-Йенсена (8). В водной вытяжке определялись три фракции: I—до гидролиза (редуцирующие сахара); II—пятиминутный гидролиз при 67—70° с 20% HCl (сахароза); III—трехчасовой гидролиз с 2% HCl (сахара типа мальтозы). Остаток материала использовался для определения содержания крахмала и гемицеллюлоз. Результаты анализов выражены в процентах на сухой вес.

При сопоставлении суточной динамики углеводов в листьях одних и тех же растений, произрастающих в различных физико-географических условиях, а также и в разные сроки периода вегетации, наблюдаются определенные различия. Во-первых, из различных форм углеводов в течение суток наибольшим колебаниям подвергаются сахара, в основном монозы и сахароза. Содержание же полимерных форм углеводов (крахмала и гемицеллюлоз) на протяжении суток изменяется гораздо меньше

У растений, произрастающих на высоте 3250 м, в фазе вегетации максимум накопления углеводов наблюдается в предполуденные часы и выражается одновершинной кривой (фиг. 1). Это можно объяснить, по-видимому, усиленным их синтезом до 12 час., после чего начинается их отток во вновь образующиеся вегетативные органы и корни. При этом наибольшим колебаниям в течение суток подвергаются моносахариды и сахароза. Как показывают кривые (фиг. 2), у *Oxyria elatior* колебания моносахаридов в фазе вегетации осуществляются в пределах от

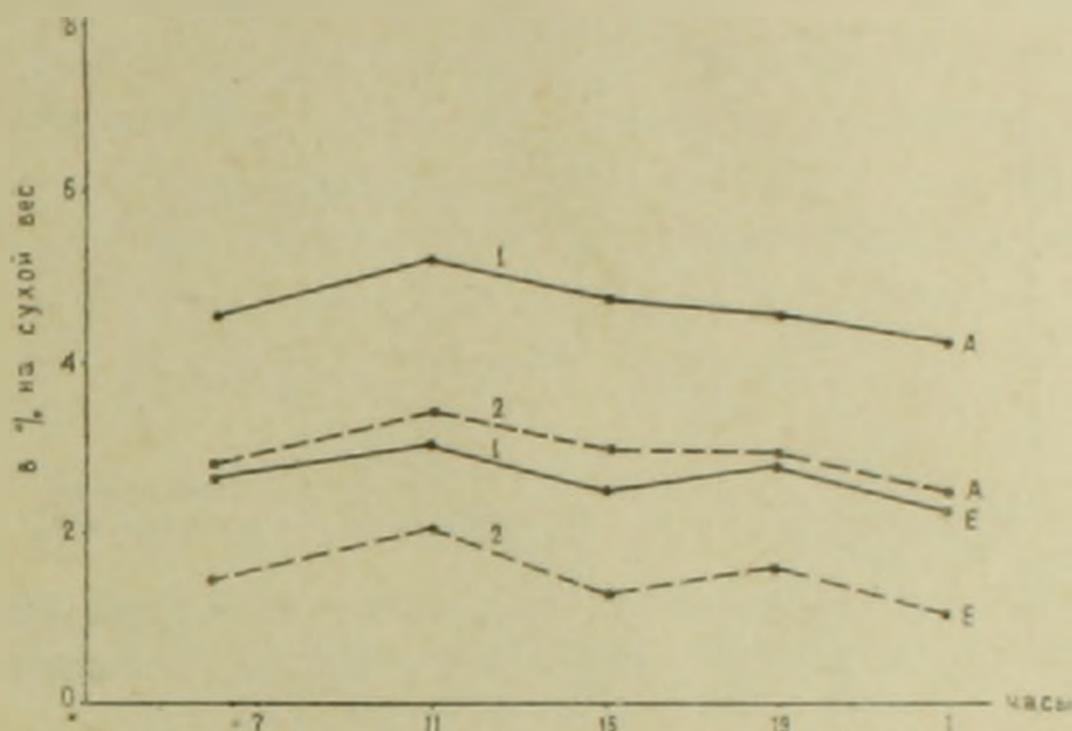


Фиг. 1. Суточные изменения содержания углеводов в листьях *Oxyria elatior* в условиях Еревана (Е) и Арагаца (А).  
1 — фаза вегетации; 2 — фаза цветения; 3 — фаза плодоношения.

4,2—5% с минимумом в ночные часы. Аналогичные данные получены и у других исследуемых объектов, причем минимум накопления моносахаридов в листьях у всех видов приходится на час ночи. В течение суток определенным изменениям подвержена и сахароза, максимум накопления которой опять-таки наблюдается в предполуденные, а минимум ее — в ночные часы (1 час.).

Колебания общей суммы углеводов в листьях растений в течение суток связаны, в основном, с изменениями этих двух форм сахаров и выражаются также одновершинной кривой, с максимумом в предполуденные часы.

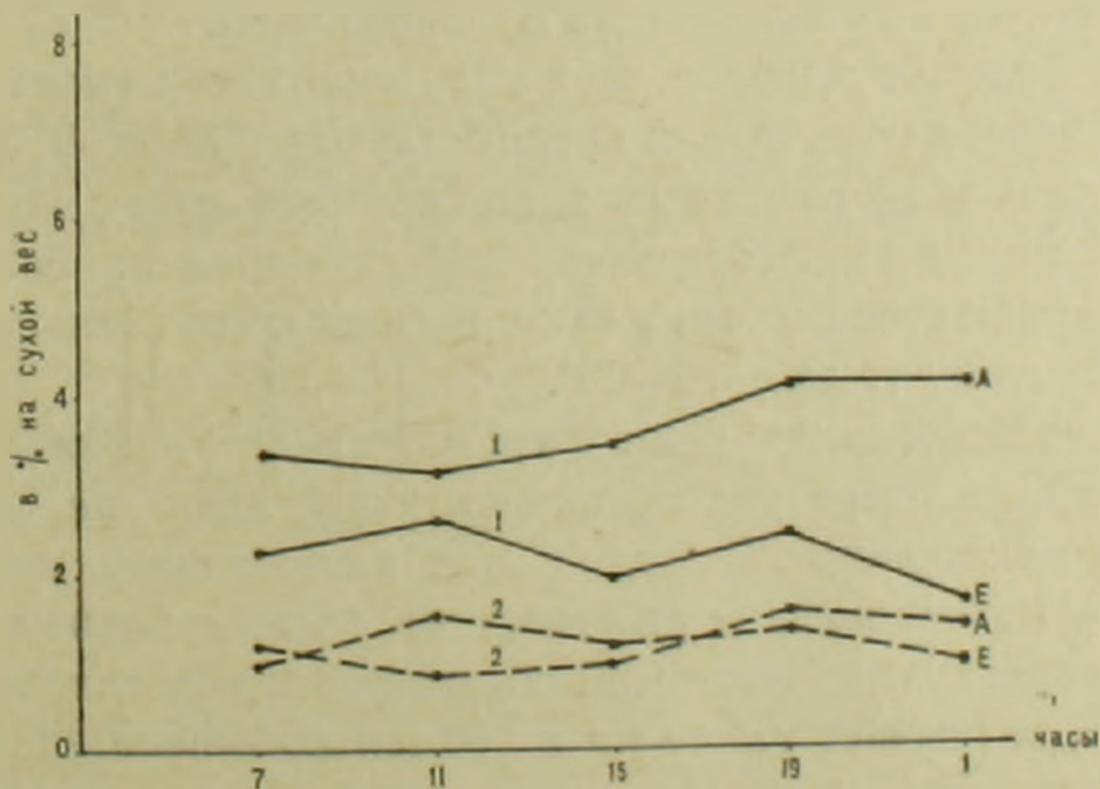
На основании данных о характере связи между интенсивностью фотосинтеза и накоплением углеводов (7, 9-12) можно предполагать, что максимум накопления углеводов в предполуденные часы и в данном случае обусловлен интенсивным фотосинтезом. В две другие фазы—цвете-



Фиг. 2. Суточные изменения содержания моносахаридов и сахарозы в листьях *Oxycia elatior* в фазе вегетации в условиях Еревана (Е) и Арагаца (А).

1 — моносахариды; 2 — сахароза.

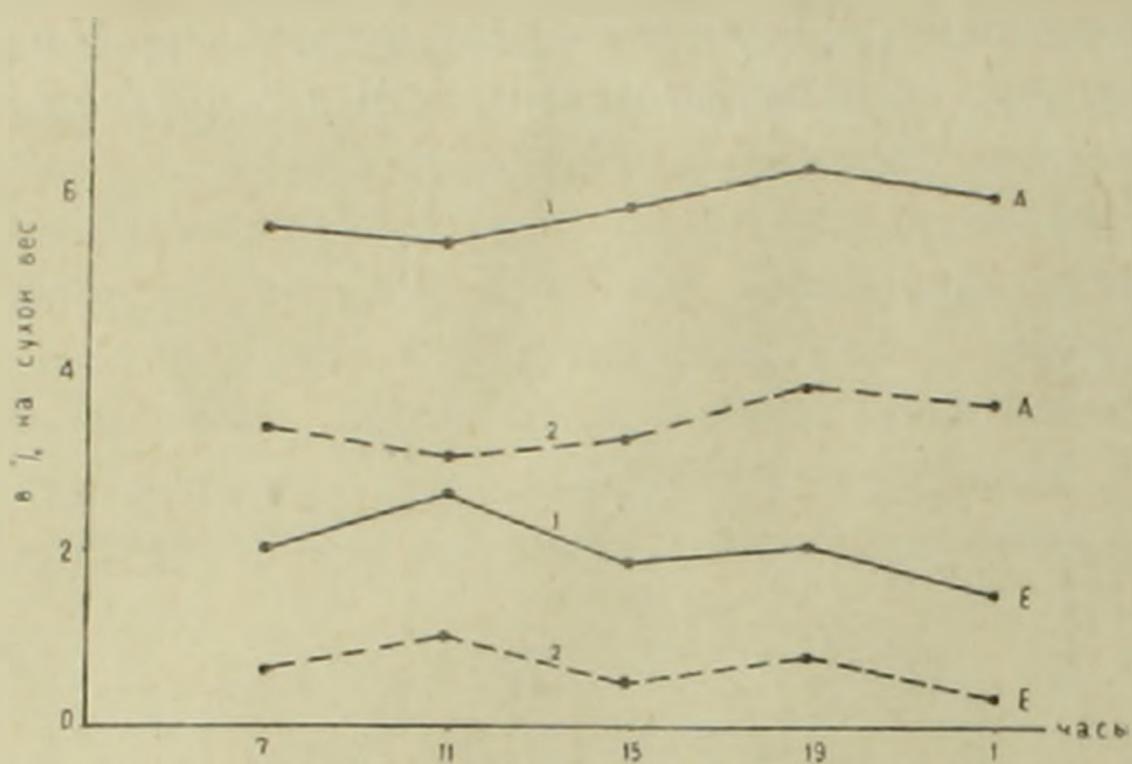
ние и плодоношение—минимум накопления углеводов наблюдается в предполуденное время (11 часов), максимум же накопления смещается на вторую половину дня (19 час). Аналогичные данные получены и Р. М



Фиг. 3. Суточные изменения содержания моносахаридов и сахарозы в листьях *Oxycia elatior* в фазе цветения в условиях Еревана (Е) и Арагаца (А).

1 — моносахариды; 2 — сахароза.

Рейнус (6). После этого наблюдается спад кривой углеводов (фиг. 1, 3, 4). Однако в ночные часы их количество бывает значительно больше, чем в дневные (11 час). Такие изменения в суточной динамике углеводов в процессе вегетации можно, по-видимому, объяснить влиянием температуры.



Фиг. 4. Суточные изменения содержания моносахаридов и сахарозы в листьях *Oxuria elatior* в фазе плодоношения в условиях Еревана (Е) и Арагаца (А).

1 — моносахариды; 2 — сахароза.

В фазе цветения и особенно в фазе плодоношения усиливаются суточные амплитуды температуры. Ночью в августе-сентябре температура спускается ниже нуля. Это тормозит ростовые процессы, которые в свою очередь приводят к замедленной трате ассимилятов. При пониженных температурах также ослабляется процесс превращения растворимых углеводов в нерастворимые. Все это, по мнению П. А. Баранова (13), вызывает повышение их содержания в ночные часы.

Особенно большое влияние на ход суточных изменений углеводов, как известно, оказывают условия предшествующей ночи. Л. А. Филипповой (12) показано, что у памирских растений после ночи с отрицательной температурой максимум фотосинтеза передвигается на более поздние часы дня. Это смещение особенно четко наблюдалось осенью, когда ночные заморозки доходят до  $-10-12^{\circ}$ .

В наших исследованиях как в фазе цветения, так и особенно в фазе плодоношения температура предшествующей ночи на поверхности почвы была отрицательной. В связи с этим и происходит, очевидно, смещение максимума накопления углеводов на более поздние часы. Таким образом, температурный фактор, помимо прямого действия на содержание углеводов, оказывает также на их обмен косвенное влияние (10).

Изучение суточной динамики углеводов в листьях растений, произрастающих в условиях Ереванского ботанического сада, показывает, что она имеет вид двухвершинной кривой, с первым максимумом в предполуденные и вторым, менее слабо выраженным, в послеполуденные часы.

Притом, как и у растений, произрастающих в условиях г. Арагац, наибольшим колебаниям в течение суток подвержены моносахариды и сахара (рис. 1—4). Так, у *Oxyria elatior* в фазе вегетации колебания моноз в течение дня имеют место в пределах 2,2 — 3,0%, а сахарозы 1,1 — 2%. У *Chamaemelum melanolepis* от 3,1 до 4,3%, а сахарозы — от 0,4—1,3%, у *Taraxacum stevenii* соответственно от 3,5 — 4,9% и от 1,2—2,4%, у *Nepeta brevifolia* от 1,4—2,8 и от 1,1—2%, у *Doronicum oblongifolium* от 1,5 — 3% и от 1 — 2%.

Изложенные выше данные приводят нас к следующим выводам.

1. У высокогорных растений в зависимости от температурных условий меняется характер суточных изменений углеводов.

2. В фазе вегетации при более благоприятных температурных условиях у растений высокогорной зоны максимум содержания углеводов обнаруживается с предполуденные часы, а в двух других фазах, в связи с понижением температуры, этот максимум смещается на более поздние часы.

3. В листьях высокогорных растений, выращенных в условиях Ереванского ботанического сада, суточные изменения содержания углеводов протекают по двувёршинной кривой, с первым максимумом в предполуденные часы, и вторым — во второй половине дня.

Ботанический институт Академии наук  
Армянской ССР

#### Ա. Գ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

### Ածխաջրերի օրական դինամիկան հարբեր պայմաններում ածուղ մի բանի ալպիական բույսերի տերերի մեջ

Փորձ ենք արել հետազոտել ածխաջրերի տարբեր ձևերի օրական փոփոխությունները տարբեր ֆիզիկո-աշխարհագրական պայմաններում ածուղ բույսերի մոտ: Որպես ուսումնասիրման օբյեկտներ ծառայել են նույն տեսակի խոտային բույսերը, որոնք աճում են Արագած լեռան մերձգագաթային մասում և Երևանի բուսաբանական այգում:

Ուսումնասիրություններից հանվել ենք հետևյալ եզրակացություններին:

1. Ածխաջրերի օրական ընթացքի կորերի ընդլայնում է կախված ջերմաստիճանային պայմաններից:

2. Արագածում՝ ծովի մակարդակից 3250 մ բարձրության վրա վեգետացիայի ֆազում ածխաջրերի օրական ընթացքը արտահայտվում է մեկ գագաթային կորով, ըստ որում նրանց առավելագույն քանակը դիտվում է մինչ կեսօրյա ժամերին: Մյուս երկու՝ ծաղկման և ստղակալման ֆազաներում ածխաջրերի առավելագույն կուտակումը դիտվում է օրվա երկրորդ կեսին, մինչդեռ նրանց նվազագույն կուտակումը համընկնում է մինչկեսօրյա ժամերի հետ:

3. Երևանյան պայմաններում ածուղ բույսերի մոտ ածխաջրերի օրական ընթացքը արտահայտող կորերը ունեն երկու մաքսիմում: Առաջինը՝ ալբելի ուժեղ արտահայտվածը համընկնում է մինչկեսօրյա ժամերի, իսկ երկրորդ՝ ալբելի թույլ արտահայտվածը — կեսօրյա ժամերի հետ:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> E. Overton, Jahrbuch Wiss. Botan. 33, 1899. <sup>2</sup> C. Schroeter, Das Pflanzenleben des Alpen, Zurich, 1926. <sup>3</sup> M. Henrici, Zweigipflige Assimilationskurven mit spezieller

Berücksichtigung den Photosynthese von alpienen phanerogamen Schattenpflanzen und Flechten, Basel, 1921. <sup>4</sup> С. О. Гребинский. Уч. записки Казахского гос. ун-та, биология, т. 3, оттиск 2, 1939. <sup>5</sup> С. О. Гребинский, Успехи современной биологии, т. 19, в. 2, 1944. <sup>6</sup> Р. М. Рейнус, Тр. Бот. ин-та, т. XVIII, Изд-во АН Тадж. ССР, 1962. <sup>7</sup> О. В. Заленский, Тр. Ботан. ин-та АН СССР, сер. IV, Эксперим. ботаника, в. 10, 1955. <sup>8</sup> А. Н. Белозерский, Н. И. Проскуряков, Практикум по биохимии растений, 1951. <sup>9</sup> В. Н. Любименко, Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире, 1935. <sup>10</sup> О. В. Заленский, Изв. Тадж. фил. АН СССР, № 8, 1944. <sup>11</sup> А. Я. Кокин, И. Главн. бот. сада СССР, т. 27, в. 3, 1928. <sup>12</sup> Л. А. Филиппова, Тр. Ботан. ин-та АН СССР, сер. IV. Экспериментальная ботаника, в. 13, 1959. <sup>13</sup> П. А. Баранов, Сб. Растение и среда, под редакц. Келлера, 1940.