

КРАТКИЕ НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Г. Г. ХАЛАТЯН

ОПЫТЫ ПО ФОТОПЕРИОДИЗМУ ШЕЛКОВИЦЫ

Одной из важнейших задач в развитии шелководства в горных районах АрмССР является создание более холодоустойчивых форм шелковицы. Для достижения этой цели нами ведутся работы как в направлении выведения более зимостойких форм путем селекции, так и в направлении повышения холодостойкости имеющихся сортов шелковицы другими способами. Одним из таких способов может являться ускорение наступления осеннего состояния растений, при котором, как общее правило, происходит закаливание растений. С этой точки зрения перед нами стояла задача путем применения различных фотопериодов ускорить старение и пожелтение листьев до наступления зимних неблагоприятных условий.

Такие опыты, как известно из литературных данных, впервые были проведены Б. С. Мошковым [3] в условиях Ленинграда в 1929 г.

А. И. Федоров [7] сообщает, что в 1935/36 гг. кафедрой туководства ТАШСХИ и САНИИШ (Шуршова) проведен опыт по фотопериодизму шелковицы.

Ф. Л. Шепотьевым [8] под Харьковом в 1935 г. среди других древесных культур испытывалась также белая шелковица.

Результаты вышеприведенных опытов показывают, что влияние фотопериода на шелковицу у разных авторов оказалось разным. Следует полагать, что это расхождение объясняется различием в условиях произрастания, в возрасте растений и сроках фотопериодического воздействия.

Опыты по фотопериодизму белой шелковицы нами были поставлены в 1953 и 1954 гг. в Ереванском ботаническом саду АН АрмССР. Территория сада находится в предгорной зоне, на высоте 1200—1250 м н. у. м., то есть приблизительно на 300—700 м. ниже горных районов. Рельеф территории сада котловинообразный. Зимой имеет место сток холодного воздуха в котловину, что неблагоприятно отражается на некоторых древесных видах, особенно шелковице, вызывая отмерзание верхушек [2].

В 1953 г. опыты были поставлены на сеянцах местной белой шелковицы посева 10 июня 1952 г. В конце вегетации высота сеянцев в среднем достигала до 29 см. Зимой 1952/53 гг. стволики сеянцев обмерзли почти наполовину их общей длины. Рано весной 1953 г. все сеянцы были подрезаны у корневой шейки с оставлением стволиков с 2—3 глазками. Таким образом, как подопытные, так и контрольные растения шелкови-

цы до постановки опыта имели молодые побеги. Ко дню постановки опыта, то есть к 9 июня 1953 г., средняя высота стволиков, выделенных для опытов растений, была 26,6 см, а для контрольных — 27,8 см. В оба года короткодневные растения покрывались фотопериодической камерой в 5 часов вечера и открывались в 8 часов утра, то есть растения находились при 9-часовой длине дня. В 1953 г. опыт был прекращен 5 октября, перед заморозками. Таким образом, опытные растения в условиях короткого дня находились 116 дней.

В 1954 г. опыт продолжался на тех же короткодневных растениях, но по другому варианту. Часть этих короткодневных растений в 1954 г. закрывалась фотопериодической камерой также с 9 июня с 5 часов вечера до 8 часов утра, до первых осенних заморозков, то есть до 5 октября. Следовательно, короткодневные растения во втором году также находились в течение 116 дней под камерой. Другая же часть растений оставлялась в условиях нормального дня. Как в первом, так и во втором случаях было взято по 30 растений. Контролем являлись как растения нормального дня, так и растения, не подвергшиеся фотопериодическому воздействию в 1954 г.

Условия ухода за опытными и контрольными растениями были одинаковые в оба года.

Измерения температуры воздуха как в камере, так и вне ее проводились в течение опыта в 1953 г. утром, до открытия фотопериодической камеры.

Для определения роста короткодневных и контрольных растений в последний день опыта, то есть 4 октября 1953 г., были измерены длина стволиков и их толщина. Количество хлорофилла и его извлекаемость, а также содержание сахаров и количество азота в листьях определялись в тот же день\*.

**Результаты опыта.** Наблюдения показали, что за все время опыта короткодневные растения под фотопериодической камерой находились в более теплых условиях, чем контрольные. Температура воздуха в дневные часы под камерой за все время опыта была на 2° больше. Как видно из табл. 1, растения в условиях естественного дня за время опыта получили сумму температур равную 1827,4°C, между тем как короткодневные — 2064,2°, то есть на 236,8° больше (табл. 1).

Таблица 1

| Варианты опыта | Температурный режим |        |          |         | Сумма температур |
|----------------|---------------------|--------|----------|---------|------------------|
|                | М е с я ц ы         |        |          |         |                  |
|                | июль                | август | сентябрь | октябрь |                  |
| Контроль       | 20,0                | 20,4   | 15,5     | 10,0    | 1827,4           |
| Короткий день  | 22,8                | 22,4   | 17,3     | 12,0    | 2064,2           |

\* Биохимические анализы произведены научн. сотр. лабор. физиол. и анатомии БИН АН АрмССР Н. В. Балагезян, за что приношу ей благодарность.

Так как после дневного полива короткодневные растения закрывались камерой, они находились в условиях более влажной почвы и воздуха. Несмотря на то, что подоштные растения не пользовались осадками, выпадавшими после закрытия камерой, все же они находились в более влажных условиях воздуха и почвы, так как количество осадков за летний период намного меньше, чем количество поливной воды. Таким образом, короткодневные растения находились не только в условиях укороченного светового дня, но и в условиях сравнительно высокой температуры и влажности воздуха.

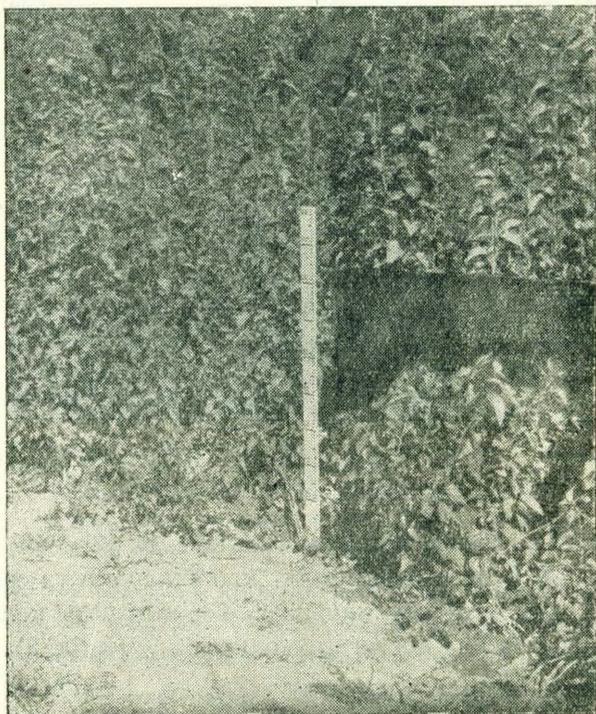


Рис. 1. Справа—короткодневные растения.  
Слева—растения нормального дня.

Следовательно, рост растений, а также изменения, происходящие в листьях короткодневных растений, являются результатом совместного действия этих трех факторов. Однако решающее влияние на рост подопытных сеянцев имел фактор короткого светового дня.

Через 15—16 дней после начала опыта замечалась разница между короткодневными и контрольными растениями. Листья короткодневных растений были более плотными, цвет густо-зеленый, листовая пластинка блестящая. Подоштные растения отличались также медленным ростом.

По сравнению с первоначальной длиной стволика (26,6 см), в конце опыта средняя высота короткодневных растений шелковицы составляла 50,4 см, то есть 189% от первоначальной, между тем как высота конт-



Рис. 2. Направо—короткодневные растения (2 вазона).  
Налево—растения нормального дня (2 вазона).

рольных растений по сравнению с первоначальной (27,3 см) достигала до 112 см, то есть 410%. В то время как к началу опыта средняя высота короткодневных растений составляла 97,4% от высоты контрольных растений к концу опыта она достигала только 45% (табл. 2).

Рост сеянцев шелковицы (1953 г)

Таблица 2

| Варианты опыта | Средн. дли- на сеянца в см в на- чале опыта | То же в % к кон- тролью | Средн. дл. сеянца в конце опыта | То же в % к контролю | То же в % к первоначальн. длине | Средн. диам. ствол. у корн. шейки в см. | То же в % к контролю |
|----------------|---|-------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|---|----------------------|
| Контроль       | 27,3  | 100,0                   | 112,0                           | 100,0                | 410,0                           | 0,73                                    | 100,0                |
| Короткий день  | 26,6  | 97,4                    | 50,4                            | 45,0                 | 189,0                           | 0,45                                    | 61,6                 |

Как видим, сильное отставание роста короткодневных растений шелковицы привело к тому, что в конце опыта они имели в два раза меньший рост, в сравнении с растущими на естественном дне. Подопытные растения имели более тонкий ствол. Средний диаметр у корневой шейки короткодневных растений был 0,45 см, между тем как у контрольных — 0,73 см. В связи с медленным ростом короткодневных растений, междоузлия их также укоротились (с 2,9 см у контрольных до 2,4 см у опытных растений).

Большая разница наблюдается и в росте листьев. До опыта средняя величина листьев контрольных и короткодневных растений шелковицы была почти одинаковая, а в конце опыта наблюдается большая разница. Растения, развившиеся в условиях естественного дня, имели среднюю величину листа  $8,9 \times 6,5$  см, то есть площадь поверхности листовой пластинки составляла  $67,9$  см<sup>2</sup>, между тем у короткодневных растений средняя величина листьев была  $5,3 \times 4,4$  см. Для определения ассимиляционной поверхности контрольных и короткодневных растений, мы промерили все листья 15 саженцев шелковицы, выращенных в разных условиях длины дня. Как показывают данные табл. 3, общая ассимиляционная поверхность 15 растений шелковицы контрольной составляет  $29\,197$  см<sup>2</sup> (или каждого— $1949$  см<sup>2</sup>), а короткодневных— $9\,287$  см<sup>2</sup> (или каждого— $619$  см<sup>2</sup>), которая по отношению к первым составляет только  $31,04\%$  (табл. 3).

Таблица 3

Ассимиляционная площадь листьев шелковицы

| Варианты опыта | Колич. лист. на 15 саженцах в шт. | Средн. длина междоузлия в см | Средняя площадь одного листа |       | Ассимиляц. площадь 15 саженцев в см <sup>2</sup> | То же в % |
|----------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|--|-----------|
|                |                                   |                              | в см <sup>2</sup>            | в %   |  |           |
| Контроль       | 430                               | 2,93                         | 67,9                         | 100,0 | 29,197   | 100,0     |
| Короткий день  | 325                               | 2,40                         | 25,5                         | 37,6  | 9,287  | 31,0      |

Следовало ожидать, что при таких различиях в размере ассимиляционной поверхности общее состояние саженцев, а также физиологическое состояние листьев будут различаться у короткодневных и контрольных растений.

Действительно, анализы, проведенные 4 октября 1953 года, показали, что наблюдается ряд различий между листьями короткодневных и контрольных растений шелковицы. Они отличаются не только по общему количеству хлорофилла, но также и по неодинаковой прочности связи хлорофилла с белком (табл. 4).

Таблица 4

Количество хлорофилла в мг на 1 г сух. вещества листьев и азота в %

| Варианты опыта | Общее колич. хлороф. в мг | Извлекаемость в мг | Остаток мг | Извлекаемость в % к общ. количеству хлорофилла | % азота |
|----------------|---------------------------|--------------------|------------|--|---------|
| Контроль       | 13,19                     | 0,86               | 12,33      | 6,52   | 1,64    |
| Короткий день  | 15,75                     | 2,32               | 13,41      | 14,78  | 2,98    |

Как видно из данных табл. 4, листья короткодневных растений шелковицы сравнительно богаты хлорофиллом, количество его составляет  $15,75$  мг, между тем, в листьях контрольных растений количество его равно  $13,19$  мг. Но извлекаемость в процентах к общему количеству хлорофилла больше у короткодневных растений, что является показателем слабой прочности связи хлорофилла с белком [5].

Анализ содержания различных форм сахаров в листьях (табл. 5) показывает, что соотношение растворимых сахаров к нерастворимым неодинаково. У контрольных растений оно почти в два раза больше, чем у короткодневных. Это можно объяснить тем, что в условиях естественного дня гидролитическая направленность амилазы выражена более слабо, чем у короткодневных растений (табл. 5).

Таблица 5  
Содержание сахаров в мг на 1 г сух. вещ. листьев.

| Варианты опыта | Редуцир. сахара | Дисахариды | Сумма раствор. сахаров | Полисахариды (нерастворим.) | Общая сумма сахаров | Соотношение раствор. сахаров к нераствор. |
|----------------|-----------------|------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|---|
| Контроль       | 56,90           | 116,09     | 172,99                 | 180,63                      | 353,62              | 0,95                                      |
| Короткий день  | 62,30           | 120,10     | 182,40                 | 98,19                       | 280,59              | 1,75                                      |

В связи с гидролитической направленностью амилазы у короткодневных растений уменьшается количество полисахаридов, в то время как у контрольных растений их количество значительно увеличивается. Отсюда видно, что расход углеводов у короткодневных растений идет более энергично.

Исходя из экспериментальных, а также литературных данных других исследователей [1, 4, 6] можно констатировать, что в наших опытах у короткодневных растений листья стареют интенсивно и это, по-видимому, было обусловлено усилением гидролитической направленности ферментов.

Содержание азота больше в листьях короткодневных растений, что можно объяснить распадом белковых веществ в условиях темноты и неполной использованностью азота растениями из-за старения листьев.

В опыты 1954 г. были включены только саженцы короткого дня (60 шт.), причем часть из них (30 шт.) в течение всего опыта подверглась влиянию короткого фотопериода, а часть оставалась в условиях естественного дня в качестве контроля. За контроль были приняты также саженцы, выращенные в 1953 году в условиях естественного дня. В 1954 году показателем опыта являлся годичный прирост побегов (табл. 6).

Таблица 6  
Рост саженцев (1954 г.)

| Варианты опыта | Средн. длина саженца в см в начале опыта | То же в % к контролю | Средняя длина саженца в конце опыта в см | То же в % к контролю | То же в % к первоначальной длине |
|----------------|--|----------------------|--|----------------------|----------------------------------|
| Контроль       | 43,4                                     | 100,0                | 67,0                                     | 100,0                | 154,4                            |
| Короткий день  | 40,1                                     | 92,2                 | 56,3                                     | 84,0                 | 140,4                            |

Как видно из табл. 6, до начала опыта средняя высота саженцев, выращенных в 1953 году в условиях 9-часового дня и выделенных для контроля, равнялась 43,4 см., а подопытных — 40,1 см, иначе говоря, вы-

сота подопытных растений составляла 92,2% от высоты контроля. В конце же опыта рост контрольных растений достиг до 67,0 см, а подопытных—56,3 см, что по отношению к контролю составляет 84,0%.

Рост шелковицы осенью продолжается довольно долго. В нормальных условиях, в зависимости от сорта, местонахождения растений, ухода и т. д., листопад у шелковицы происходит в конце ноября, иногда даже в первых числах декабря.

Если опыты по фотопериодизму продолжать до конца вегетации, то короткодневные растения, находящиеся под фотопериодической камерой, освободятся от ранних осенних заморозков и будут продолжать нормальный рост, а контрольные растения будут повреждаться от заморозков, что методически будет неправильным. Чтобы определить устойчивость короткодневных растений к морозам в 1953 г. опыт был прекращен с 5 октября, когда температура воздуха начала резко снижаться. В 1953 г. первые осенние заморозки наступили в ночь с 23 на 24 октября. Листья короткодневных растений к этому времени постепенно начали желтеть, а контрольных растений—были сравнительно зеленые. Наступившие морозы убили листья контрольных растений, а листья короткодневных растений опали через несколько дней.

Иное положение было в 1954 г. В день первых осенних морозов, имевших место в ночь с 4 на 5 октября, короткодневные растения находились под камерой, вследствие чего их листья не подверглись заморозкам, между тем как листья контрольных растений обмерзли и остались на побегах. На следующий день опыт был прекращен.

Несмотря на то, что после первых осенних заморозков для роста шелковицы долгое время держалась благоприятная погода, листья короткодневных растений, сохранившиеся после первых осенних заморозков, довольно быстро пожелтели и нормально опали до 10 октября, что можно считать ранним листопадом. Следовательно, листопад у короткодневных растений совершается намного раньше, чем у контрольных.

## В ы в о д ы

1. Влияние укороченного 9-часового дня на растения шелковицы в сравнении с естественным днем сказывается в более медленном росте растений, уменьшении надземной массы и ассимиляционной поверхности.

2. Листья у растений, выращенных при различной длине дня, проявляют разные физиологические показатели, причем количество хлорофилла у короткодневных растений больше, чем у растений естественного дня, но прочность связи хлорофилла с белковыми веществами у первых более слабая, чем у вторых. Содержание азота больше в листьях короткодневных растений.

3. Воздействие коротким днем, усиливая отток питательных пластических веществ из листьев к остальным органам растений, в конце концов приводит к уменьшению общего количества углеводов, что, несом-

ненно, нужно рассматривать как следствие усиления гидролитической направленности соответствующих ферментов.

4. Старение листьев короткодневных растений протекает быстрее, чем у растений нормального дня. Листопад у короткодневных растений совершается значительно раньше (октябрь).

Ботанический институт  
АН АрмССР

Поступило 3 VII 1957 г.

Գ. Գ. ԽԱԼԱՏՅԱՆ,

### ԹՔԵՆՈՒ ՖՈՏՈՊԵՐԻՈԳԻՉՄԻ ՓՈՐՁԵՐԸ

Ու մ փ ո փ ու մ

Հայկական ՍՍՒԽ լեռնային շրջաններում շերամապահության համար թթվահում կուլտուրան ներդնելու նախապայմանը հանդիսանում է համեմատաբար ցրտադիմացիան թթվահում ձևերի ստեղծումը, ինչպես սելեկցիայի միջոցով, այնպես և եղած սորտերի ցրտադիմացիանությունը բարձրացնելու միջոցով: Նշելով դրանից, մեր առջև խնդիր էր դրված ֆոտոպերիոդի կիրառմամբ արագացնել տերեւների ծերացումը և գունաթափումը մինչև ձմռան ցրտերի հասնելը:

Մեր կողմից սպիտակ թթվահում ֆոտոպերիոդիկ փորձերը դրվել են 1953 և 1954 թվականներին, Հայկական ՍՍՒԽ Գիտությունների ակադեմիայի Բուսաբանական այգում, որը գտնվում է ծովի մակերեսից 1200—1250 մետր բարձրության վրա, նախալեռնային գոտում:

Գիտությունները ցույց են տվել, որ ամբողջ փորձի ընթացքում ֆոտոպերիոդիկ կամերայի տակ, կարճ օրվա բույսերը ընդհանուր առմամբ 236,8<sup>0</sup> հավելյալ ջերմություն են ստացել, գանվելով նաև համեմատաբար բարձր խոնավության պայմաններում:

Սկզբնական աճման հետ համեմատած, փորձի վերջում կարճ օրվա բույսերն աճել են 189<sup>0</sup>/<sub>100</sub>-ով, իսկ ստուգիչ բույսերը՝ 410<sup>0</sup>/<sub>100</sub>-ով, այսինքն երկու անգամից ավելի: Դրա հետևանքով 15 բնական օրվա բույսերի ասիմիլացիոն մակերեսը կազմել է 29,197 քառ. սմ, իսկ նույն քանակի կարճ օրվա բույսերինը՝ 9,287 քառ. սմ, որը առաջինների նկատմամբ կազմում է 31<sup>0</sup>/<sub>100</sub> (ազ. 3): Դրա հետևանքով կարճ օրվա և ստուգիչ բույսերի տերեւների ֆիզիոլոգիական բնույթը ևս տարբեր է: 1953 թ. հոկտեմբերի 4-ին կատարած բիոքիմիական անալիզները ցույց են տվել (ազ. 4), որ այդ տարբերությունն արտահայտվում է ոչ միայն քլորոֆիլի ընդհանուր քանակով, այլև քլորոֆիլի ոչ միասնակ կապի ամրությունը՝ սպիտակուցի հետ:

Տերեւի մեջ տարբեր ձևերի շաքարանյութերի պարունակության անալիզը ցույց է տվել, որ լուծվող շաքարանյութերի հարաբերությունը չլուծվողների նկատմամբ տարբեր է: Ստուգիչ բույսերի տերեւներում դրանք համարյա երկու անգամ ավելի շատ են, քան կարճ օրվա բույսերի: Դա կարելի է բացատրել նրանով, որ բնական օրվա պայմաններում ամիլազի հիպոլիտիկ ուղղությունն արտահայտված է ավելի թույլ, քան կարճ օրվա բույսերինը:

Ամիլազի հիդրոլիտիկ ուղղութեան կապակցութեամբ, կարճ օրվա բույսերի պոլիսախարիզների քանակը պակասում է: Այստեղից երևում է, որ կարճ օրվա բույսերի ածխաշրջերի ծախսումն ընթանում է ավելի մեծ էներգիայով: Սրանից հետևում է, որ մեր փորձերում կարճ օրվա բույսերի տերևները ծերանում են ինտենսիվ կերպով և այլ ծերացումը պայմանավորվում է ֆերմենտների հիդրոլիտիկ ուղղութեան արագացումով:

Կարճ օրվա բույսերի տերևների մեջ ազոտի պարունակությունը շատ է, որը կարելի է բացատրել սպիտակուցների քայքայմամբ մթութեան պայմաններում և բույսերի տերևների ծերացման շնորհիվ ազոտի ոչ լրիվ օգտագործմամբ:

1954 թ. կրկնակի փորձերը ցույց են տվել, որ թե՛ կարճ օրվա բույսերը, որոնք երկրորդ տարին աճեցված են բնական օրվա պայմաններում, և թե՛ նույն կարճ օրվա բույսերը, որոնք երկրորդ տարին աճեցված են կարճ օրվա պայմաններում, ունեն շատ սահմանափակ աճ (ազ. 6), մինչդեռ 1953 և 1954 թթ. բնական պայմաններում աճած ստուգիչ բույսերը 1954 թ. վեգետացիայի վերջում ունեին 130 սմ երկարություն բուն, վրան ձևավորված պսակով: Թե՛ 1953 և թե՛ 1954 թվականներին կարճ օրվա բույսերի տերևաթափը տեղի է ունեցել ժամանակից շուտ, հոկտեմբեր ամսվա ընթացքում:

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Казарян В. О., Стадийность развития и старения однолетних растений. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1952.
2. Казарян Е. С., Ереванский ботанич. сад Арм. филиала АН ССР, Бюлл. ботанич. сада, I, Ереван,
3. Мошков Б., Опыты фотопериодизма в туководстве, Соц. шелководство, 4, 1931.
4. Нилов В. И., Павленко О. Н., Изменение направленности инвертазы у листьев различных ярусов. Биохимия, т. 5, вып. I, 1940.
5. Осипов О., О связи хлорофилла с белком, ДАН СССР, т. 57, 4, 1947.
6. Сисакян Н. М., К характеристике действия ферментов в живой растительной клетке в связи с яровизацией семенного материала. Биохимия, 2, 1937.
7. Федоров А. И., Туководство, Москва, 1954.
8. Щелотьев Ф. Л., О влиянии короткого дня на рост древесных растений. ДАН СССР, т. 23, 7, 1939.