

Т. С. ДАНИЕЛЯН

## О ВЛИЯНИИ ДЛИНЫ ДНЯ НА СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕВОДОВ В КОРНЯХ РАСТЕНИЙ

Изучалось количественное содержание углеводов в корнях короткодневных, длиннодневных и нейтральных растений в условиях различной длины дня. Показано, что в оптимальных для цветения фотопериодических условиях в корнях короткодневных растений периллы и гречихи содержится больше растворимых и меньше нерастворимых углеводов. У нейтральных растений подсолнечника и длиннодневных растений овса содержание всех исследованных форм углеводов в корнях выше в условиях длинного дня. Растениям, развивающимся в условиях оптимального дня цветения фотопериодического режима, свойственно более интенсивное передвижение ассимилятов из листьев к корням и активное превращение запасных форм углеводов в растворимые сахара.

Фотопериодическое воздействие оказывает существенное влияние на динамику и накопление различных форм углеводов в растениях. В ряде работ [1—5] показано, что у всех видов растений, независимо от их фотопериодической реакции, в условиях длинного дня содержится больше углеводов, чем в условиях короткого дня. Однако существуют экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что содержание углеводов у растений разных фотопериодических групп, как правило, выше при выращивании их в оптимальных для цветения световых условиях [6—12].

Качественный состав углеводов также изменяется при фотопериодическом воздействии. Установлено, что при благоприятной для развития длине дня в тканях растений содержится больше различных форм углеводов, в частности, компонентов олигосахаров [13, 14].

Передвижение ассимилятов из листьев фотопериодически чувствительных растений также протекает интенсивнее в условиях благоприятной для цветения длины дня [15, 16]. Цыбулько [17, 18] показал, что при коротком дне накопление и отток продуктов ассимиляции из листьев у длиннодневных растений существенно уменьшаются. У короткодневных растений накопление их обычно возрастает, а суточное передвижение всегда усиливается. Оптимальная для цветения длина дня, согласно представлениям Цыбулько [19], обеспечивает интенсивный приток ассимилятов к точкам роста, что ускоряет последовательное образование новых вегетативных и генеративных органов и выражается в более раннем переходе растений к цветению.

В указанных работах изучался углеводный обмен листьев, в то время как корневая система, коррелятивно связанная с надземными органами, все еще остается вне поля зрения исследователей.

Исходя из всего сказанного, мы предприняли изучение углеводного состава корней различных фотопериодических групп растений в зависимости от световых условий их выращивания.

*Материал и методика.* Объектами служили короткодневные растения—перилла краснолистая (*Perilla pampinensis* L.) и гречиха (*Polygonum orientale* L.), нейтральные растения — подсолнечник (*Helianthus annuus*), сорт Гигант 549, длиннодневные растения — овес (*Avena sativa* L.), сорт Советский.

Растения выращивались в глиняных вазонах с содовой почвой. После появления 2—3 развитых листьев часть растений переносилась в специальные фотопериодические камеры. Все опытные растения помещались в условия с неоптимальными для цветения фотопериодами в течение 5 и 15 дней, кроме растений овса, которые выращивались при благоприятном для генеративного развития фотопериодическом режиме в течение 5, 10 и 15 дней. Для длиннодневных растений продолжительность светового дня составляла 9 час., по истечении которых они помещались в темные камеры. Продолжительность светового дня для короткодневных растений составляла 16 час. Для достижения такой продолжительности они освещались дополнительно электрическим светом от 4-х ламп накаливания, мощностью 100 вт. каждая (освещенность в камере на уровне листовой поверхности—8000 люкс). Нейтральные растения (подсолнечник) выращивались как при коротком, так и при длинном дне. Параллельно в оптимальных фотопериодических условиях выращивались контрольные растения.

В корнях растений после фиксации проводилось количественное определение углеводов по схеме Кизели (1934) микрометодом Хагедорна-Иенсена [20]. В навеске растительного материала определялись редуцирующие сахара, сахароза, сахара типа мальтозы, крахмал, гемицеллюлоза.

*Результаты и обсуждение.* Изучение содержания углеводов в корнях, проведенное нами для короткодневных растений периллы (табл. 1), показало, что опытные экземпляры, растущие в условиях неблагоприятной для цветения длины дня, содержали меньше растворимых сахаров, по сравнению с растениями, выращиваемыми в условиях короткого дня. Так, в корнях периллы после пребывания в условиях 5 длинных дней сумма растворимых сахаров снизилась на 11,7%, а через 15 длинных дней—на 18,2%, по сравнению с контрольными растениями. При этом наибольшей убыли подвергалось содержание сахаров типа мальтозы: во втором варианте опыта (15 длинных дней) этой формы углеводов в корнях периллы было на 36,2% меньше, чем у контрольных растений.

Высокое содержание растворимых сахаров в корнях при оптимальной длине дня, вероятно, свидетельствует об усиленном притоке ассимилятов к корневой системе. Мухина [21] констатировала также усиленное передвижение ассимилятов из листьев периллы на ранних стадиях развития при коротком дне, по сравнению с растениями, выращиваемыми в условиях длинного дня.

С другой стороны, при рассмотрении результатов, касающихся содержания нерастворимых углеводов в корнях, обращает на себя внимание тот факт, что их количество снижено в условиях короткого дня. Так, в условиях 15 коротких дней количество крахмала ниже на 14,5%, а гемицеллюлозы—10,8%. Вероятно, такое снижение содержания олигосахаров в корнях обусловлено их усиленным распадом и активным превращением в моно- и дисахара в условиях оптимальной для цвете-

Таблица 1

Влияние длины дня на содержание углеводов в корнях короткодневных растений периллы и гречихи, мг на 1 г сухого веса

Объект	Перилла							
	Формы углеводов							
Варианты	редуциру- щие сахара	сахароза	дисахариды типа маль- тозы	сумма ра- створимых сахаров	крахмал	гемцеллю- лоза	сумма не- раствори- мых угле- водов	общая сум- ма углево- дов
Контроль	50,0	75,6	26,5		40,7	100,2		
5	±	±	±	152,1	±	±	140,9	293,0
Коротких дней	1,41	0,00	2,52		0,47	0,35		
Опыт	44,1	70,2	20,1		45,4	104,7		
5	±	±	±	134,4	±	±	150,1	284,5
Длинных дней	2,16	0,87	1,91		0,73	0,50		
Контроль	59,4	79,3	27,9		40,2	102,6		
15	±	±	±	165,6	±	±	142,8	309,4
Коротких дней	1,39	1,16	0,80		0,68	0,42		
Опыт	49,8	68,7	17,8		47,0	115,0		
15	±	±	±	136,3	±	±	162,0	298,3
Длинных дней	1,67	2,13	1,54		0,83	1,10		
Объект	гречиха							
Контроль	61,8	70,4	16,8		51,0	97,3		
5	±	±	±	149,0	±	±	148,3	297,3
Коротких дней	1,92	1,33	0,63		2,00	1,15		
Опыт	44,7	66,3	10,9		65,4	107,7		
5	±	±	±	121,9	±	±	173,1	295,0
Длинных дней	1,07	1,90	2,12		1,70	0,90		
Контроль	68,3	73,3	17,4		53,3	98,7		
15	±	±	±	159,0	±	±	152,0	311,0
Коротких дней	2,15	2,00	1,60		0,87	0,85		
Опыт	45,9	67,9	12,5		68,3	110,8		
15	±	±	±	126,3	±	±	179,1	305,4
Длинных дней	1,56	1,11	2,20		0,49	0,60		

ния длины дня. Аналогичную картину для листьев периллы с нарастающим числом оптимальных фотопериодов обнаружила Геворкян [22].

Следует отметить также, что наибольшая разница в содержании как растворимых, так и нерастворимых углеводов отмечена в случаях воздействия на растения более длительными фотопериодами (15 дней). Непродолжительные фотопериодические воздействия (5 дней) оказали значительно менее выраженное влияние на изменение содержания углеводов в корнях.

Зависимость содержания углеводов в корнях от длины дня оказалась характерной и для другого короткодневного растения—гречихи. В условиях неоптимального для перехода к генеративному развитию длинного дня наблюдалось падение содержания растворимых сахаров

в корнях по сравнению с контрольными растениями, получавшими короткодневный фотопериод. Так, в условиях 15 длинных дней содержание редуцирующих сахаров снизилось на 32,8%, сахарозы—на 7,3%, дисахаридов типа мальтозы—на 34,0%.

Содержание нерастворимых углеводов, так же как в опыте с растениями периллы, напротив, возрастает в условиях неоптимального для цветения длинного дня. Такое повышение количества нерастворимых углеводов и снижение содержания растворимых сахаров в корнях короткодневных растений в условиях длинного дня отмечалось раньше [7].

Нами изучалось также изменение содержания углеводов под действием различной длины дня в корнях у нейтральных растений подсолнечника (табл. 2). Полученные данные показывают, что корням подсолнечника присуща общая тенденция накапливать различные формы углеводов в условиях более продолжительного светового дня. При этом возрастает содержание как растворимых, так и нерастворимых сахаров. Однако увеличение содержания растворимых сахаров в корнях этого растения в условиях длинного дня осуществляется более плавно. В некоторых случаях (при 5-дневном воздействии) разница между вариантами настолько невелика, что лежит в пределах ошибки опыта, в то время как 15-дневное влияние длинного дня приводит к более выраженному накоплению углеводов в корнях подсолнечника.

Значительное понижение содержания крахмала (30,0%) и гемицеллюлозы (20,5%) при укороченном дне во втором варианте опыта, очевидно, можно объяснить тем, что если на свету рост растений и обмен веществ осуществляются главным образом за счет подвижных ассимилятов—первичных продуктов фотосинтеза, то в темноте—исключительно за счет запасных высокомолекулярных соединений.

В следующей серии экспериментов изучалось влияние длины дня на содержание углеводов в корнях длиннодневного овса (табл. 2). Как следует из полученных данных, на сокращение длины светового дня растения овса реагируют значительным снижением содержания различных форм углеводов в корнях. Короткий день приводит к уменьшению содержания редуцирующих сахаров в корнях овса на 30,0—41,0%, сахарозы—на 18,4—28,3%, сахаров типа мальтозы—на 29,0—33,0%, гемицеллюлозы—на 29,0—35,0%. Содержание крахмала в корнях контрольных и опытных растений почти идентично.

Усиленный синтез углеводов у длиннодневных растений при развитии их при естественном фотопериоде был отмечен и в работах других авторов [9, 11, 14].

При сравнении данных, полученных в отношении содержания углеводов у короткодневных, нейтральных и длиннодневных растений, было установлено, что подсолнечник по характеру их накопления в корнях приближается к длиннодневным растениям. Однако если на нейтральные растения удлинение светового дня и оказывает некоторое стимулирующее влияние в отношении синтеза и передвижения к корням ассимилятов, то для растений длинного дня это воздействие выражено в

Таблица 2

Влияние длины дня на содержание углеводов в корнях нейтрального подсолнечника и длиннодневного овса, мг на 1 г сухого веса

Объект	Подсолнечник							
	Формы углеводов							
Варианты	редуцирующе сахара	сахароза	дисахариды типа мальтозы	сумма растворимых сахаров	крахмал	гемцеллюлоза	сумма нерастворимых углеводов	общая сумма углеводов
5 Длинных дней	32,8 ± 1,61	28,0 ± 1,87	11,2 ± 0,93	72,0	17,4 ± 2,13	92,3 ± 2,40	109,7	181,7
5 Коротких дней	29,7 ± 1,74	26,1 ± 1,56	9,9 ± 1,40	65,7	14,8 ± 0,68	85,8 ± 1,63	100,6	166,3
15 Длинных дней	35,0 ± 1,20	31,9 ± 0,78	12,6 ± 1,95	79,5	22,0 ± 1,00	90,8 ± 1,70	112,8	192,3
15 Коротких дней	32,1 ± 2,03	26,5 ± 0,68	10,9 ± 1,00	69,5	15,5 ± 0,00	71,2 ± 1,07	86,7	156,2
Объект	Овес							
Контроль 5 Длинных дней	67,7 ± 1,15	31,5 ± 1,90	20,6 ± 0,92	119,8	27,0 ± 2,54	85,6 ± 1,74	112,6	232,4
Опыт 5 Коротких дней	40,0 ± 2,12	25,7 ± 1,00	13,8 ± 1,31	79,5	26,4 ± 2,13	59,8 ± 2,02	86,2	165,7
Контроль 10 Длинных дней	68,6 ± 0,96	33,9 ± 0,00	23,4 ± 1,70	125,9	27,4 ± 1,43	88,8 ± 1,45	116,6	242,5
Опыт 10 Коротких дней	40,5 ± 1,33	26,5 ± 0,80	16,6 ± 0,90	83,6	29,9 ± 1,66	63,1 ± 0,86	90,0	173,6
Контроль 15 Длинных дней	60,4 ± 1,52	37,8 ± 1,50	26,0 ± 0,83	124,2	28,6 ± 1,78	97,9 ± 0,91	126,5	250,7
Опыт 15 Коротких дней	42,3 ± 2,08	27,1 ± 0,73	17,8 ± 0,88	87,2	27,5 ± 2,03	63,6 ± 1,99	91,1	178,3

гораздо большей степени. В данном случае, видимо, происходит суммирование прямого действия света как источника энергии для синтеза ассимилятов и длительного светового режима, оптимального для активного оттока сахаров у длиннодневных растений [1, 2, 23, 24].

Таким образом, все приведенные данные позволяют заключить, что растениям, развивающимся в условиях оптимального для цветения фотопериодического режима, свойственно более интенсивное передви-

жение ассимилятов из листьев к корням, их усиленное перераспределение и накопление в других органах, активное превращение запасных форм углеводов в растворимые сахара, удовлетворяющие синтетические и энергетические потребности растений.

Институт ботаники АН АрмССР

Поступило 7.IX 1976 г.

S. U. ԴԱՆԻՅԱՆ

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ԱՐՄԱՏՆԵՐՈՒՄ ԱՇԽԱԶՐԵՐԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ  
ՎՐԱ ՕՐՎԱ ՏԵՎՈՂՈՒԹՅԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ն փ ու մ

Աշխատանքում ուսումնասիրվել է կարճ, երկար և օրվա հանդեպ չեզոք բույսերի արմատներում ածխաջրերի քանակական պարունակությունը տարբեր ֆոտոպերիոդների պայմաններում: Բույսերն 5 և 15 օր զտնվել են ծաղկման համար օպտիմալ և ոչ օպտիմալ ֆոտոպերիոդներում, այնուհետև ենթարկվել համապատասխան անալիզներին: Ստացված տվյալները վկայում են, որ կարճ օրվա բույսերի արմատներում օպտիմալ ֆոտոպերիոդի ռեժիմի պայմաններում պարունակվում են ավելի շատ լուծելի և ավելի քիչ անլուծելի ածխաջրեր, քան ոչ օպտիմալ լուսալին ռեժիմում: Օրվա տևողության հանդեպ արևածաղկի և երկար օրվա վարսակի արմատներում ածխաջրերի բոլոր հետազոտված ձևերի պարունակությունը ավելի բարձր է երկար օրվա ազդեցության պայմաններում: Եղբակացվում է, որ ծաղկման համար օպտիմալ ֆոտոպերիոդիկ ռեժիմում զարգացող բույսերին հատուկ է տերևներից դեպի արմատ ասիմիլյատների ավելի ինտենսիվ տեղաշարժ և ածխաջրերի պահեստային ձևերի ավելի ակտիվ ձևափոխում լուծելի շաքարներին:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Чайлалян М. Х., Александровская В. А. ДАН СССР, 2, 2, 161, 1935.
2. Knodel H. Z. Bot., 29, 10—11, 449, 1936.
3. Ермолаева Е. Я., Филиппович Л. Н., Шилова М. А. Тр. Бот. ин-та АН СССР, Экспериментальная ботаника, сер. 4, 14, 73, 1960.
4. Ложникова В. Н. ДАН СССР, 168, 1966.
5. Kasperbauer M. G., Tzo T. S., Sorokin T. P. Phyto-chemistry, 9, 10, 1970.
6. Murneek A. E. Bot. Gaz., 102, 2, 269, 1940.
7. Казарян В. О., Авунджян Э. С. ДАН АрмССР, 20, 4, 143, 1955.
8. Алтухова Л. А. Зап. Лен. с.-х. ин-та, 11, 1956.
9. Витковская В. В., Зап. Лен. с.-х. ин-та, 11, 1956.
10. Геворкян И. А. Научн. тр. Ер. гос. ун-та, 64, 1958.
11. Николаева А. П. Зап. Лен. с.-х. ин-та, 84, 1962.
12. Инкина А. Г. Сб. работ мол. уч. Всесоюзного селекционно-генетического ин-та, Одесса, 123, 1969.
13. Казарян В. О., Авунджян Э. С., Карапетян К. А. ДАН АрмССР, 20, 3, 1960.
14. Корчагина О. А. Физиол. раст., 7, 6, 1960.
15. Gratner J. Ann. Appl. Biol., 25, 1, 1, 1938.
16. Цыбулько В. С. Физиол. раст., 12, 4, 1965.

17. Цыбулько В. С. Тр. Харьковск. с.-х. ин-та, 64, 26, 1972.
18. Цыбулько В. С. Автореф. докт. дисс. Харьков, 1973.
19. Цыбулько В. С. Физиол. раст. 9, 5, 1962.
20. Белозерский А. Н., Проскуряков Н. И. Практ. рук. по биохимии растений, М., 1951.
21. Мухина В. А. Тр. Бот. ин-та АН СССР, Экспериментальная ботаника, сер. 4, 14, 167, 1960.
22. Геворкян И. А. Автореф. канд. дисс. Ереван, 1965.
23. Реймерс Ф. Э. Вестн. с.-х. науки. Овощеводство и картофелеводство, 4, 17, 1940.
24. Львов С. Д., Обухова З. Н. Тр. Бот. ин-та АН СССР, Экспериментальная ботаника, сер. 4, 5, 1941.