

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян

О лабильности направления передвижения пластических веществ в стеблях растений

(Представлено Г. Х. Бунятыном 23. X. 1956)

Одним из важных и при том довольно мало разработанных разделов физиологии растений является передвижение пластических веществ, в результате которого осуществляется рост и корреляция процессов, протекающих во всех органах и частях растений. В этом отношении весьма своевременным и ценным оказались работы А. Л. Курсанова (1-7 и др.), объясняющие многие стороны этого явления и обратившие внимание исследователей на эту забытую проблему.

Согласно представлениям этого автора (3, 4, 6), пластические вещества в растениях передвигаются в сторону растущего адсорбционного градиента клеток флоемы. В результате нарастающей адсорбционной способности клеток от нижних ярусов к верхним осуществляется передвижение веществ в этом же направлении. Такая направленность передвижения веществ у травянистых растений наблюдается в фазе вегетации и цветения. С наступлением фазы образования семян градиент адсорбционной способности проводящей системы из восходящего становится нисходящим и опускается к зонам, более интенсивной потребности в питательных пластических веществах (8), что характерно так же и для корневой системы растений (9).

Исходя из этих данных, можно предполагать, что удаление полярных растущих органов должно привести к приостановке передвижения веществ и их неравномерному распределению в различных клетках флоемы, согласно адсорбционной активности последних. Опыты, проведенные как А. Л. Курсановым, так и нами (8, 9) со стеблевыми черенками, получавшими с одного конца раствор гликокола, не могли подтвердить или оспаривать это предположение, поскольку эти опыты не дали возможности проследить за ходом количественного распределения азотистых веществ в стеблях в различные сроки.

Для проверки этого предположения нами были проведены количественные определения различных форм сахаров в разных частях небольших стеблей золотарника канадского (*Solidago Canadensis* L.). Определение производилось как непосредственное, после удаления стеб-

лей, так и спустя 8, 24, 72 часа. При этом мы задались целью выяснить характер распределения углеводов в различных концах стебля в разные сроки.

Не приводя все полученные нами данные, рассмотрим только изменение общей суммы сахаров в верхних и нижних концевых участках черенков, взятых с вегетирующего, цветущего и семенообразующего растений (табл. 1).

Таблица 1

Количественное распределение сахаров в концевых участках черенков вегетирующего, цветущего и семенообразующего золотарника канадского, после 8, 24 и 72 час. выдержки в влажной камере

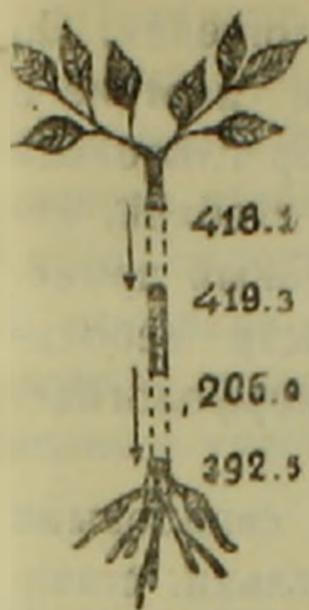
Фаза развития	Ярусное расположение взятого черенка	Общая сумма сахаров в мг на 1 г сух. вещ.							
		контрольный стебель		После 8 ч. выдержки		После 24 ч. выдержки		После 72 ч. выдержки	
		Морфологическое положение взятого отрезка для анализа							
		верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.	верхн.	нижн.
Вегетация	верхний	418,1	419,3	248,5	275,1	258,0	190,1	256,4	181,0
	нижний	405,0	392,5	315,6	337,6	335,6	295,7	334,7	249,4
Цветение	верхний	366,4	358,7	340,7	291,2	434,5	317,3	292,1	324,3
	нижний	416,9	401,7	392,9	445,5	352,5	363,7	323,4	368,8
Созревание семян	верхний	287,6	278,8	261,0	234,4	265,2	207,4	274,2	202,8
	нижний	275,7	273,1	231,5	223,5	254,0	184,7	234,8	168,7

Приведенные данные показывают, что количество сахаров во всех взятых нами тканях постоянно уменьшается, что должно быть связано с их расходом на дыхание. С другой стороны, намечается ритмичное увеличение или уменьшение количества сахаров в разных концах черенков, что более наглядно иллюстрируется на приведенной схеме.

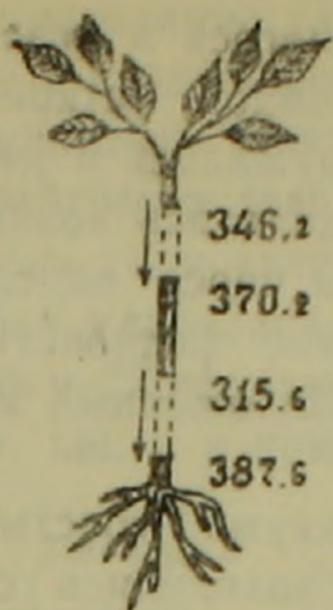
Если допустить, что всегда передвижение сахаров осуществляется обратно градиенту, то не трудно убедиться, что за 72 часа у вегетирующего золотарника наблюдается двукратное изменение направления передвижения сахаров (на приведенной схеме направленность передвижения обозначена стрелками). Устойчивость направления передвижения сахаров, как показывают приведенные данные, характерна лишь для фазы созревания семян.

Общее количество углеводов в концевых участках черенков может изменяться и в связи с превращением других запасных веществ в сахара. Но поскольку такие взаимопревращения происходят во всех живых клетках стебля, нам остается прийти к заключению, что изменение в распределении сахаров в различных концах черенков связано с изменением направленности их передвижения.

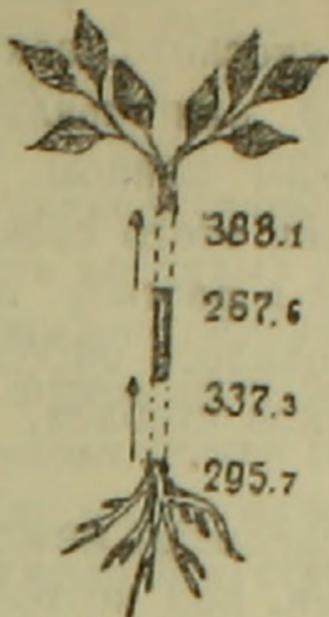
С целью более наглядной иллюстрации этого предварительного вывода нами были проведены другие опыты с применением радиоак-



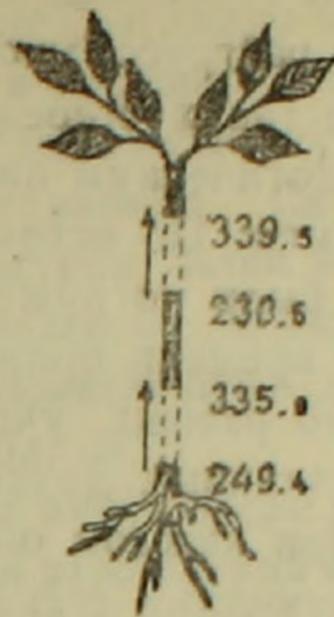
К



8ч.

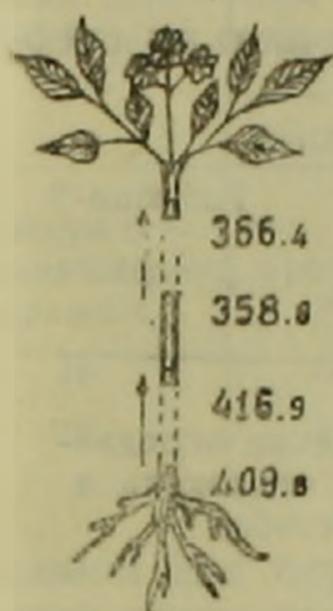


24ч.

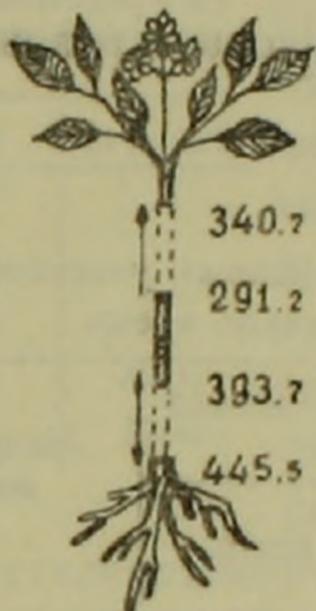


72ч.

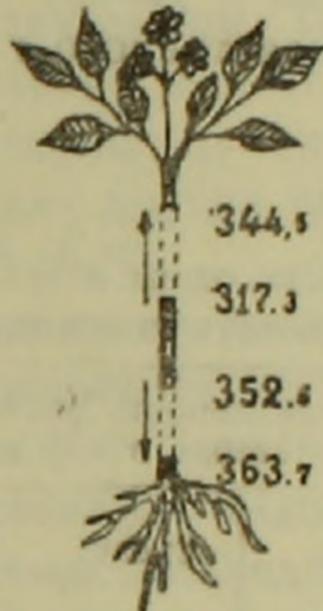
ВЕГЕТАЦИЯ



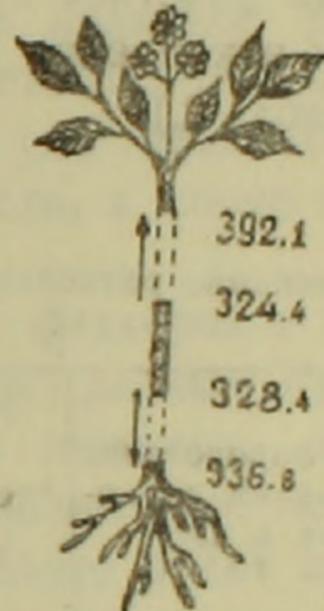
К



8ч.

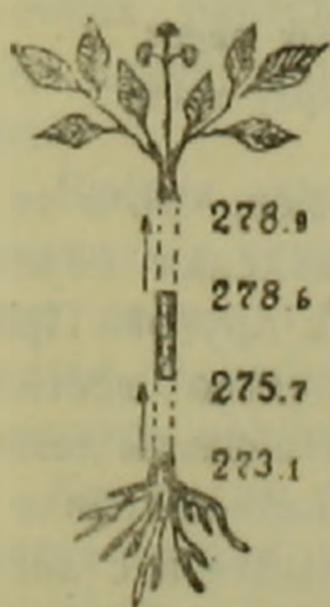


24ч.

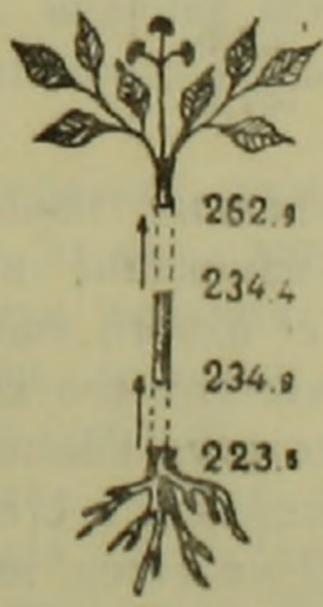


72ч.

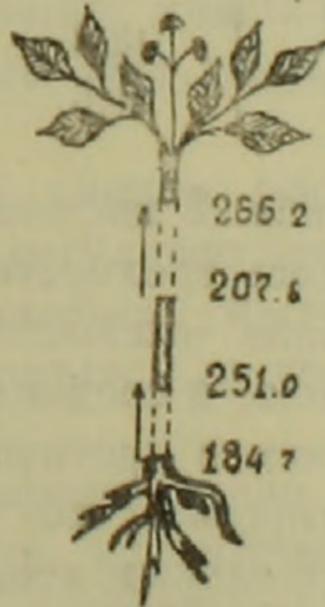
ЦВЕТЕНИЕ



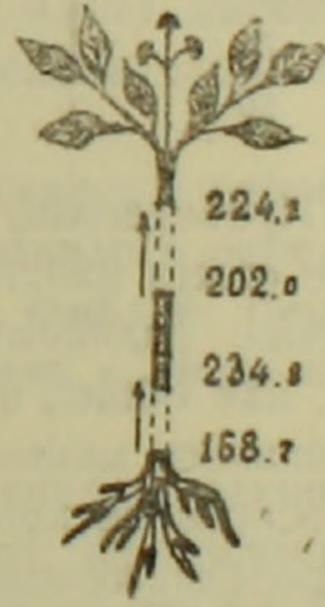
К



8ч.



24ч.



72ч.

СОЗРЕВАНИЕ СЕМЯН

Распределение углеводов в концевых участках черенков вегетирующих, цветущих и семенообразующих растений после 8, 24 и 72 час. выдержки во влажной камере. Стрелки показывают направление передвижения углеводов.

тивного гликокола. На этот раз были взяты небольшие (14 см) стебельки райграсса многоукосного, находящегося в фазе колошения. По четыре таких стебелька пришивались тонкой ниткой на картоне и морфологическим нижним концом погружались в раствор гликокола на 30 мин. По истечении этого срока удалялись кончики стеблей, которые были погружены в раствор. Затем через определенный промежуток времени производилось определение радиоактивности небольших, но равных участков стеблей, расположенных на морфологически различных ярусах.

При каждом определении между двумя толстыми свинцовыми изолирующими стеклами, под которыми находились стебельки, ставились пластмассовые пластинки толщиной 1 см, с тем, чтобы всегда под торцевой счетчик попадали равные и одни и те же отмеченные тушью отрезки стебля. Произведя определение радиоактивности отмеченных участков стеблей в разное время, нам удалось проследить за ходом накопления радиоактивного гликокола в разных участках стебля (табл. 2.).

Таблица 2

Изменение радиоактивности одних и тех же равных участков стебля райграсса многоукосного в различное время

Время определения после дачи гликокола в час.	Радиоактивность равных участков стебля в имп/мин.			Направление передвижения гликокола в стебле
	верхн.	средн.	нижн.	
24	37,5	10,0	48,5	снизу вверх
43	61,3	7,6	41,6	• •
48	61,6	5,6	101,6	сверху вниз
66	35,6	7,0	103,3	• •
72	59,0	13,3	80,0	снизу вверх
90	44,6	11,6	104,6	сверху вниз

Приведенные в табл. 2 цифровые данные показывают, что в течение опыта наблюдалось трехкратное изменение направления перемещения радиоактивного гликокола* с одного конца в другой. При этом, как общее правило, в средних участках его количество всегда оказывалось меньше, чем в противоположных концах. Эти факты дают нам основание констатировать что, во-первых, в стебельках направление передвижения питательных веществ является лабильным и с легкостью изменяется то в один, то в другой конец. Во-вторых, определяющее влияние на такое динамичное распределение радиоактивного гликокола в стебле оказывает фактор полярности, независимо от длины взятого стебля.

* Возможно, что в стебле гликокол превращается в сахара или другие соединения, но тем не менее мы всегда определяли C^{14} (в настоящее время этот вопрос изучается нами).

Полярное распределение гликокола в стебле более наглядно можно иллюстрировать при удалении половины стебля, в различных концах которого сосредоточен гликокол. С этой целью одному концу небольшого стебля райграсса давался радиоактивный гликокол. Спустя 48 часов определялась радиоактивность концевых участков. Затем верхняя половина стебля удалялась, а нижняя переносилась во влажную камеру и спустя 18 и 22 час. вновь определяли радиоактивность двух концевых участков, как и в предыдущем опыте (табл. 3).

Таблица 3

Распределение радиоактивного гликокола в стебле райграсса после удаления верхней половины

Время определения в час.	Радиоактивность равных концевых участков стебля в имп/мин.	
	нижний	верхний
Непосредственно после удаления	82	1
18	61	26,6
22	18,6	39,6

Как видно из этих цифр, после удаления половины стебля за короткий срок наблюдалось перемещение части гликокола из нижнего конца стебля в морфологически верхний конец, средняя зона которого опять-таки оказалась бедной гликоколом. Такое полярное распределение веществ в стеблях растений характерно не только для гликокола, но и для других веществ, а также воды (10, 11, 12).

Одним из важных факторов в передвижении веществ по данным Курсанова (3, 6, 7) является дыхание, обеспечивающее выделение энергии, необ-

ходимой для осуществления этого процесса. Следовательно будет правильным предполагать, что при исключении доступа кислорода к тому или иному концу стебля, путем парафинирования этой зоны стебля, должно исключаться перемещение гликокола к этой части стебля. Это предположение иллюстрировано экспериментально на небольших черенках райграсса, верхние небольшие участки (3, 6 см) которых перед дачей радиоактивного гликокола был покрыт тонким слоем парафина.

Взятые нами стебельки нижним концом погружались в раствор гликокола в течение 30 мин., затем регулярно производилось определение радиоактивности верхних и нижних участков стеблей. Перед каждым определением стебельки очищались от парафина и вновь покрывались полностью (табл. 4).

Как видим из этих данных, парафинирование верхнего концевого отрезка стебля сначала как будто не препятствовало поступлению гликокола к тканям этой зоны. Но в дальнейшем ситовидные трубки этого участка стебля полностью опорожнялись от радиоактивного гликокола. Лишь после того как производилась очистка парафина, гликокол вновь поступал в клетки этой зоны стебля, что свидетельствует об отрицательном влиянии отсутствия кислорода на адсорбционную способность клеток флоемы. Эта способность клеток, как выясняется, всегда проявляется при интенсивном дыхании.

Таблица 4

Влияние парафинирования верхнего конца стебля рай. расса на адсорбцию гликокола клетками этой зоны

Время определения в час. после дачи гликокола	Радиоактивность равных участков стебля в имп/мин		
	нижний	средний	верхний
1,5	32,0	1,0	8,3
2,5	26,3	11,0	1,3
22,5	12,0	8,3	—
27	30,3	2,6	—ж)
47	26,0	10,6	11,3

На основании полученных данных мы приходим к следующим выводам.

1. Одностороннее передвижение питательных пластических веществ в растениях связано с наличием полярных растущих органов. При удалении этих органов градиент питательных веществ ритмически перемещается с одного конца стеблевого черенка в другой, что свидетельствует о лабильности направления передвижения пластических веществ.

2. При ритмическом перемещении пластических веществ из одного конца в другой, общий уровень градиента веществ всегда на много больше в концевых тканях, чем в средних участках стебля, что обуславливается их полярностью.

3. При исключении доступа кислорода к тому или иному концу стебля, клетки флоемы данного участка теряют способность адсорбировать пластические вещества.

Ботанический институт Академии наук
Армянской ССР

Վ. Զ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Բույսերի ցողուններում պլաստիկ նյութերի շարժման ուղղության անկախությունը մասին

Չնայած գոյութիւն ունեցող մի շարք տեսութիւններ և հիպոթեզներ բույսերի մեջ պլաստիկ նյութերի շարժման ընդհանուր մասին, այնուամենայնիւ այդ երևութիւն էութիւնը մնում է դեռ չպարզված: Այդ կապակցութեամբ նշանակալից խթան հանդիսացան Ա. Լ. Կուրսանովի աշխատանքները, որոնք պարզաբանեցին այդ սլոռը մի շարք հետաքրքիր հարցերը: Ըստ այդ հեղինակի սլատկերացման պլաստիկ նյութերի շարժումը կապված է ֆլոեմայի բջիջների միակողմանի կլանողական ընդունակութեան անհամասեղ հիմնով այս սլատկերացումից կարելի է ենթադրել, որ ցողունի բենոային աճող սրգանների հետացման դեպքում նրա մեջ եղած պլաստիկ նյութերի շարժումը սկստ է կանգ առնի բաշխելով անհավասարաչափ կերպով ցողունի տարրեր յարուսների բջիջներում: Ըստ վերջիններիս կլանողականութեան:

Այս հարցին նվիրված մեր կողմից կատարված փորձերը ցույց տվեցին, որ ցողունի

դունի բեռնային ածող սրգանների հեռացումը ոչ միայն չի կասեցնում նրա մեջ եղած պլաստիկ նյութերի շարժումը, այլև նպաստում է նրանց ութմիկ տեղաշարժմանը մեկ ձայրից դեպի մյուս ձայրը: Այս փաստը վկայում է պլաստիկ նյութերի շարժման ուղղության անկայունության մասին, միաժամանակ ցույց է տալիս, որ այդ նյութերի շարժումը ոչ թե կապված է ֆլուեմայի բջիջների միակողմանի կլանողականության աճման հետ, այլ այդ բջիջների կենսագործունեության հետ:

Հեղինակի մյուս փորձերը, որոնք դրվել են ուսյգրասի վրա, ցույց են տալիս, որ պլաստիկ նյութերը բույսի կտրված ցողունի մի ձայրից մյուսը ութմիկ տեղափոխման ժամանակ, միշտ ցողունի միջին մասում աճելի քիչ քանակով է հանդես գալիս, քան ձայրային հատվածներում, որը հանդիսանում է բենոականության հետևանք:

Այնուհետև պարզվում է, որ ցողունի այս կամ այն կեսը պարաֆինապատելու զեպրում, որի ժամանակ կասեցվում է թթվածնի մուտքը դեպի այդ մասի կենդանի բջիջները, վերջիններս կորցնում են պլաստիկ նյութեր կլանելու բնդունակությունը:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. Л. Курсанов, „Биохимия“, 2. 4, 1945. ² А. Л. Курсанов, Н. Крюкова и Д. Седенко, „Биохимия“, 13, 5, 1948. ³ А. Л. Курсанов и М. Н. Запрометова, ЛАН СССР, 68, 6, 1949. ⁴ А. Л. Курсанов и М. Н. Запрометов, ДАН СССР, 69, 1, 1949. ⁵ А. Л. Курсанов и М. Б. Туркина, ЛАН СССР, 85, 3, 1952. ⁶ А. Л. Курсанов, „Бот. журн.“ 37, 5, 1952. ⁷ А. Л. Курсанов. Применение изотопов в технике, биологии и сельском хозяйстве, Изд. АН СССР, 1955. ⁸ В. О. Казарян и Э. С. Авунджян, ДАН СССР, 94, 1, 1954. ⁹ В. О. Казарян и Н. В. Баллгезян, ДАН СССР, 103, 2, 1955. ¹⁰ Г. Х. Молотковский и Е. Н. Волкостерская, ДАН СССР, 92, 5, 1955. ¹¹ Г. Х. Молотковский и Ю. Г. Молотковский, ДАН СССР, 103, 5, 1955.