

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Кязарян и Э. С. Авунджян

**Об изменении скорости передвижения радиоактивного
гликокола в растениях в зависимости от насыщенности
клеток флоемы пластическими веществами**

(Представлено Г. Х. Бунятяном 14.X.1955)

Применение метода радиоактивных изотопов в различных областях физиологии растений значительно способствует общему развитию этих разделов. Особенно плодотворным оказался этот метод для решения многих вопросов проблемы передвижения пластических веществ в растениях. В настоящее время ни один из существующих методов не дает столь больших возможностей для наглядного прослеживания за направлением и скоростью передвижения веществ в растениях как метод меченых атомов. Предложенные различными авторами старые способы, считавшиеся в свое время оригинальными, не давали возможности определить точную линейную скорость передвижения ассимилятов в растениях. В результате полученные ими данные значительно расходились (¹⁻⁵ и др.) В опытах же с радиоактивным фосфором, даваемом через лист для хлопчатника и кукурузы, скорость передвижения этого изотопа оказалась 21 и 4 см в час (⁶⁻⁸).

Применением $C_{14}O_2$ А. Л. Курсанову и сотрудникам удалось более точно проследить за скоростью перемещения радиоактивных углеводов из листа сахарной свеклы, подорожника и хлопчатника к другим частям растений (⁹⁻¹¹). При этом установлено, что скорость передвижения ассимилятов в среднем составляет 60—70 см в час. Выяснилось также, что скорость этого тока изменяется в онтогенезе растений: у молодых растений передвижение веществ осуществляется более энергично, чем у возрастно старых растений (⁹).

По данным же одного из авторов настоящего сообщения (¹²) ход перемещения ассимилятов из листьев к главным растущим конусам растений изменяется также в зависимости от наступления отдельных фаз развития. Наиболее энергичный отток веществ наблюдается в фазе цветения и начала образования семян.

Эти данные косвенно свидетельствуют о том, что линейная скорость передвижения ассимилятов должна зависеть также и от количества и качества передвигающихся веществ, которые одновременно служат энергетическим источником для этого процесса. Исходя из этих соображений, мы допускали, что кроме других факторов, определяю-

щих скорость передвижения веществ в растениях, не менее важным должна являться и степень насыщенности клеток проводящей системы пластическими веществами.

С целью экспериментальной проверки этого предположения нами проводились некоторые опыты со стеблями клевера розового. В первом опыте, группу срезанных стеблей клевера с листьями и только что распустившимися соцветиями опускали срезанными концами в воду, одновременно помещая их в условия темноты на 48 часов, для опорожнения стеблей от ассимилятов и передачи их соцветиям. По истечении этого срока со стеблей удаляли все листья и соцветия и вместе с аналогичными стеблями контрольной группы (срезанными непосредственно перед опытом с цветущих на грядке растений) морфологически нижними концами погружали в раствор радиоактивного гликокола, выдерживая там в течение 5 мин. Затем подопытные стебельки вынимались из раствора и спустя 10—15 минут определялось пройденное радиоактивным гликоколом расстояние в стеблях с помощью торцевого счетчика.

Счетчик сначала приставляли к морфологически верхним концам стебля и постепенно приближали к его основанию до тех пор, пока не изменялась частота получаемых импульсов. Как только под счетчик попадались клетки флоемы, содержащие радиоактивный гликокол, частота импульсов сразу же изменялась, показывая пройденное гликоколом расстояние в стебле. Определяя таким образом скорость передвижения гликокола (при 32—33°С) в контрольных и подопытных стеблях, мы получили следующие данные (табл. 1).

Таблица 1

Скорость передвижения радиоактивного гликокола в стеблях клевера в зависимости от количества ассимилятов в них

Варианты опыта	Пройденное гликоколом расстояние в стебле в см	Время, в течение которого гликокол продвигался на данное расстояние в мин.	Скорость движения гликокола в см/час
Контрольные стебельки, взятые с растений сразу.	10,2	20	30,6
Стебельки, оставленные в темноте на 48 час.	8,4	26	19,4

Полученные цифровые данные наглядно показывают, что в действительности скорость передвижения радиоактивного гликокола по флоеме неодинакова у контрольных и опорожненных от пластических веществ стеблей. Контрольные стебельки, взятые с нормально вегетирующих растений непосредственно перед опытом, будучи более или менее богатыми пластическими веществами, перемещали радиоактивный гликокол с морфологически нижнего конца к верхним более энергично, чем стебельки подопытной группы, более или менее опорожненные от ассимилятов. Эти данные нам подсказывали, что даль-

нейшее увеличение концентрации пластических веществ в клетках флоемы должно привести к более ускоренному перемещению радиоактивного гликокола с одного конца стебля в другой.

Исходя из этого, мы в следующем опыте, стеблям, выдержанным после срезывания с растений в условиях темноты в течение 4 суток, дали раствор глюкозы, сахарозы и гликокола различной концентрации, опустив их морфологически нижними концами в раствор на 45 мин. Спустя 30 мин. определялась скорость передвижения радиоактивного гликокола в них (табл 2).

Таблица 2

Скорость передвижения радиоактивного гликокола в стеблях клевера, получивших сахарозу, глюкозу и гликокол различной концентрации

№ пп.	Название даваемого стеблям соединения	Скорость передвижения радиоактивного глицина в см/час при разной концентрации даваемого соединения в %					
		1%	5%	10%	15%	20%	30%
1	Контроль—вода			21,6			
2	Глюкоза	41,5	55,0	57,7	43,8	30,0	18,9
3	Сахароза	75,0	95,0	68,0	45,9	37,9	24,0
4	Гликокол	67,5	80,0	76,0	78,0	42,3	—

Полученные в табл. 2 данные являются интересными как в отношении иллюстрации вышесказанного предположения о том, что скорость передвижения гликокола обуславливается насыщенностью клеток флоемы пластическими веществами, так и для выяснения влияния различных соединений на скорость этого тока. Как показывают приведенные данные, максимальная скорость передвижения радиоактивного гликокола всегда обнаруживается у стеблей, получивших до опыта определенную концентрацию пластических веществ. В опытах с глюкозой она соответствует 10% раствору, в опытах же с сахарозой и гликоколом 5% раствору. После же увеличения концентрации даваемых растворов скорость передвижения радиоактивного гликокола постепенно уменьшается. Максимальная же концентрация этих растворов заметно подавляет передвижение гликокола. В данном случае причины этого, по-видимому, нужно искать в подавлении дыхания клеток проводящей системы.

По активности влияния на скорость передвижения радиоактивного гликокола выделяются стебельки, получившие до опыта раствор гликокола, в то время как сравнительно слабое влияние оказала глюкоза, которая, по сути дела, является лучшим дыхательным материалом. Это обстоятельство можно объяснить эволюционной приспособленностью проводящей системы к передаче тех или иных органиче-

ских соединений. Как известно, основной подвижной формой из углеводов в растениях является сахароза (¹³⁻¹⁶), а из азотистых соединений — аминокислоты. Лучшим из последних, по-видимому, является гликокол, обладающий сравнительно меньшим молекулярным весом, вместе с тем он более легко подвергается дезаминированию.

В следующем опыте мы испытали влияние ряда органических соединений, имеющих различный молекулярный вес и специфичность, на скорость передвижения радиоактивного гликокола. Опыт, поставленный по такой же методике и при той же температуре, как и предыдущий, дал следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3

Скорость передвижения радиоактивного гликокола в стеблях клевера, получивших органические соединения различной концентрации

№ пп.	Название даваемого стеблям соединения	Скорость передвижения радиоактивного гликокола в см/ час при различной концентрации даваемого соединения			
		1% раст-вор	5% раст-вор	10 % ра-створ	20 % ра-створ
1	Контроль—вода			21,6	
2	Гистидин	21,7	36,9	52,5	66,7
3	Инозит	27,5	56,2	33,0	30,0
4	Винная кислота	36,0	35,0	23,1	20,0
5	Аскорбиновая к-та	35,0	30,0	22,2	9,2
6	Глицерин	24,0	36,0	43,1	19,5

Полученные данные наглядно показывают весьма различное влияние гистидина, инозита, винной и аскорбиновой кислоты и глицерина на скорость передвижения радиоактивного гликокола по ситовидным трубкам флоемы. Наиболее активное влияние оказывает гистидин, далее последующие места занимают инозит, глицерин, винная кислота, а в конце — аскорбиновая кислота.

Наблюдается и различие во влияниях этих веществ на энергию передвижения гликокола, в зависимости от даваемой растению их концентрации. Так, например, если максимальное ускорение передвижения радиоактивного гликокола дает его 10% раствор, то для инозита максимальный эффект проявляется при 5% концентрации, для винной и аскорбиновой кислот при 1% концентрации, а для глицерина при 10% концентрации. Различное влияние этих веществ на передвижение гликокола в зависимости от концентрации свидетельствует о том, что вышеуказанные концентрации влияют различно на общую жизнедеятельность клеток флоемы, в первую очередь, на интенсивность их

дыхания*, следствием которого является энергичное выполнение их функции — передача пластических веществ.

Резюмируя полученные данные, мы приходим к выводу, что кроме факторов внешней среды, влияющих на ход передвижения ассимилятов, столь же важным является насыщенность клеток флоемы пластическими веществами, которые служат в качестве дыхательного материала, так как при исключении дыхательного процесса не происходит и передвижение веществ (^{16, 9, 18}). С этой точки зрения онтогенетическое изменение скорости передвижения ассимилятов в растениях нужно объяснить, в первую очередь, именно этим обстоятельством.

Ботанический институт Академии наук
Армянской ССР

Վ. Ն. ՂԱԶԱՐՅԱՆ ԵՎ Է. Ս. ԱՎՈՒՆՋՅԱՆ

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՄԵՋ ՈԱԳԻՈԱԿՏԻՎ ՂԻԿՈԿՈՂԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ, ԿԱԱՎԱԾ ԱՂԱՍՏԻԿ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՖԻՆԵՄԱՅԻ ԲԶԻՋՆԵՐԻ ԽԱԳԵՑՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻԳ

Ժամանակակից ֆիզիոլոգիայում չկա մի այլ մեթոդ, որը հնարավորություն տար այն աստիճանի ակնառու հետևելու բույսերի մեջ նյութերի շարժման ուղղությանն ու արագությանը, ինչպես նշանադրված ատոմների մեթոդը: Պլաստիկ նյութերի շարժման հետ կապված հարցերի պարզաբանման նպատակով նախկին մեթոդների կիրառմամբ միշտ ուղացվել են տարբեր տվյալներ: Կուրսանովի և աշխատակիցների կողմից «ադիոակտիվ ածխածին»-ի օգտագործման եղանակով հնարավոր է եղել պարզելու, որ տերևի ասիմիլյատները շարժվում են 60—70 սմ արագությամբ: Միաժամանակ պարզվում է, որ այդ նյութերի շարժման արագությունը փոխվում է բույսերի օնոգենեզում: Ըստ որում երիտասարդ բույսերի մեջ նյութերի շարժումն ավելի արագ է, քան ծեր բույսերում: Ելնելով սրանից պետք է ենթադրել, որ պլաստիկ նյութերի շարժման արագությունը պետք է փոխվի կապված այն բանի հետ, թե ինչքան են հագեցված ֆլեմայի մաղանման անոթներն այդ նյութերով, որոնք շարժման ժամանակ փոփոխվում են որպես շնչառական նյութ:

Այս ենթադրությունը էքսպերիմենտալ եղանակով ստուգելու նպատակով մեր կողմից դրվել են մի շարք փորձեր երեքնուկի ցողունի վրա: Վերջիններս երկար ժամանակ պահելով մթության պայմաններում և զրկելով նրանց պլաստիկ նյութերից հետադադարում ստացել են զլյուկոզայի, սախարոզայի և գլիկոկոլի տարբեր կոնցենտրացիայի լուծույթներ: Այնուհետև նրանց մորֆոլոգիական ներքին ծայրով 5 բույս ընկղմել ենք «ադիոակտիվ գլիկոկոլի մեջ» և հետևել վերջինիս շարժման արագությանը: Պարզվել է, որ «ադիոակտիվ գլիկոկոլի» ցողունում շարժվում է ամենից արագ այն զեպում, երբ նրան նախօրոք տրվում սախարոզայի, զլյուկոզայի կամ գլիկոկոլի լուծույթներ: Ըստ որում ամենից արագ «ադիոակտիվ գլիկոկոլի» շարժումը նկատվում է 5 տոկոսանոց սախարոզային լուծույթ ստացող բույսերի ցողուններում:

Հաջորդ փորձում ցույց է տրված, որ տարբեր օրգանական նյութերն անհավասար չափով են արագացնում «ադիոակտիվ գլիկոկոլի» շարժումը: Հավանաբար դա պայմանավորված է նրանով, թե ինչ չափով են այդ նյութերը արագացնում օնոգենեզիական փոփոխություններ առաջին հերթին կապված հենց այս հանգամանքի հետ:

* Взаимообусловленность между энергией дыхания проводящей системы и скоростью передвижения веществ в зависимости от концентрации и качества даваемого соединения изучается нами в настоящее время.

- ¹ Л. Бирх-Гуршфелд, Jahrb. Wiss. Bot., 59, 1920. ² А. Крафтс, Plant. Physiol., 6, 1931. ³ А. Крафтс, Plant Physiol., 7, 1937. ⁴ В. Шумахер, Jahrb. Wiss. Bot., 77, 1933. ⁵ Т. Мэсон и Е. Маскелл, Ann. Bot., 42, 1928. ⁶ О. Бидилф, Plant. Physiol., 15, 1940. ⁷ О. Бидилф, Amer. Journ. Bot., 28, 1941. ⁸ В. Мооре, Amer. Journ. Bot., 36, 1948. ⁹ А. Курсанов, Применение изотопов в технике, биологии и сельском хозяйстве, Изд. АН СССР, 1955. ¹⁰ А. Курсанов, М. Туркина и И. Дубинина, ДАН СССР, 9, 3, 1953. ¹¹ А. Курсанов и Э. Вискребенцева, Физиол. растений, 1, 2 1954. ¹² В. О. Казарян, Стадийность развития и старения однолетних растений, Изд. АН Арм. ССР, 1952. ¹³ А. Л. Курсанов и О. Павлинова, „Биохимия“, 17, 4, 1952. ¹⁴ А. Л. Курсанов, Бот. журн. 37, 5, 1952. ¹⁵ А. Л. Курсанов и М. В. Туркина, ДАН СССР, 94, 1952. ¹⁷ В. О. Казарян, Н. Е. Закарян и Н. В. Балагезян, Изв. АН Арм.ССР, сер. биол. 9, 10 1956.