

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. М. КУЗИН, В. И. МЕРЕНОВА и Я. В. МАМУЛЬ

## ОБ УСВОЕНИИ УГОЛЬНОГО АНГИДРИДА КОРНЯМИ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком А. И. Опариным 29 IV 1952)

В работе А. Л. Курсанова, А. М. Кузина и Я. В. Мамуль (1) было показано, что карбонаты, находящиеся в растворе, могут поступать в растение через корневую систему и что при этом значительная часть поступивших карбонатов используется зелеными частями растения, так же как и  $\text{CO}_2$ , поступающее в растение из воздуха. Так как скорость ассимиляции корнями ионов  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  может существенно отличаться от скорости ассимиляции газообразной углекислоты, то нам казалось небезынтересным повторить эти опыты, но не с раствором карбоната, а с газообразным  $\text{CO}_2$ . Ассимиляция корнями растения газообразной  $\text{CO}_2$  представляет несомненный интерес ввиду значительного процента  $\text{CO}_2$  в газах почвы.

Опыты проводились в специальных камерах, содержащих насыщенный парами воды воздух и  $\text{CO}_2$  с радиоактивным углеродом ( $\text{C}^{14}$ ).

Испытуемые 30-дневные растения фасоли (*Phaseolus vulgaris*) помещались корнями в камеру. Стебель у самого основания проходил через пробку, залитую легкоплавким воском, что полностью изолировало стебель и листья от атмосферы с  $\text{C}^{14}\text{O}_2$ . Стебель растения тщательно затемнен станиолю. Листья освещались лампой накаливания в 300 вт на расстоянии 20 см. Радиоактивная углекислота давалась в камеру с корнями после установки растения в количестве 7—8  $\mu$  Си на одно растение.

Через 2 часа после начала опыта у одного из листьев были вырезаны пробочным сверлом два кружка в 1,4 см в диаметре, которые после сушки были измерены на торцовом счетчике. Кружки давали: № 1—147 имп/мин (фон — 13 имп/мин) и № 2—58 имп/мин. Весь лист был удален и с него снята радиоавтография (на рентгеновской пленке, 20 дней экспозиции), представленная на рис. 1.

Из приведенных результатов видно, что газообразный  $\text{CO}_2$  уже за 2 часа распространился по всему растению и проник в листья, что наблюдалось при применении растворов карбонатов (рН 7,6—8,0) только по прошествии 12 час. (1).

После 24 час. пребывания растения в камере опыт прекращен, листья, стебли и корень разделены. Корень тщательно промыт в проточной воде, и все части подопытного растения высушены в токе сухого воздуха. Материал растерт. Определение его активности дало результаты, представленные в табл. 1 (2 опыта).

Сравнение распределения радиоактивного углерода в растении с распределением его, полученным при погружении корней в раствор карбонатов (1) показывает, что при отсутствии транспирации в листья и стебель поступает значительно меньше углерода через корневую

систему и что основная масса поглощения корнями  $\text{CO}_2$  фиксируется в корнях растения. Полученные результаты наводили на мысль, что корень растения непосредственно обладает способностью ассимилировать  $\text{CO}_2$  из почвенных газов.

Для проверки этого предположения опыт был повторен, причем наряду с нормальным растением был взят корень, отделенный от стебля и листьев. После 24 час. экспозиции на свету в присутствии газообразной радиоактивной углекислоты корни были высушены и растерты. После измерения активности полученный материал подвергался гидролизу 1 N HCl в течение 3 час. Кислые гидролизаты нейтрализовались, и из них после добавления 50 мг х. ч. глюкозы (в качестве носителя) был получен озазон глюкозы. Озазон три раза перекристаллизовывался из водного спирта, тщательно промывался и поступал для определения радиоактивности. Остаток после кислотного гидролиза извлекался 1% раствором NaOH.

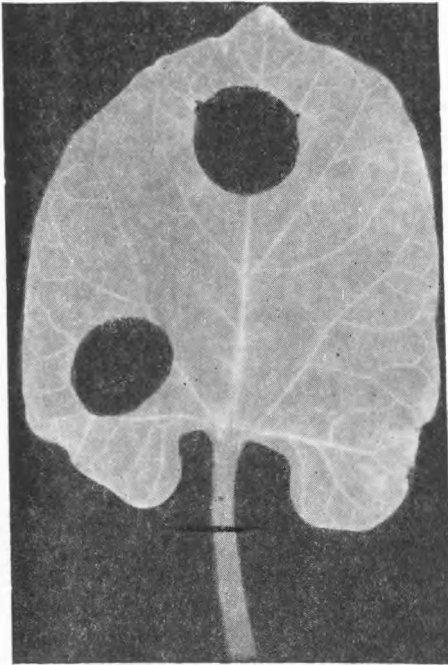


Рис. 1

Извлеченные белки осаждались трихлоруксусной кислотой. Полученные осадки отделялись центрифугированием, промывались раствором трихлоруксусной кислоты и вновь растворялись в щелочи. Процедура переосаждения белка трихлоруксусной кислотой из щелочного раствора повторялась трижды. Полученные белки растворялись в 80% спирте.

Из спиртового раствора осаждены эфиром. Промыты эфиром и высушены.

Результаты определения радиоактивности (на торцовом счетчике, диск 2 см в диаметре на расстоянии 1 мм от окошка счетчика) представлены в табл. 2.

Как видно из полученных данных, корень, лишенный стебля и листьев, активно поглощает угольный ангидрид. Количество фиксированного  $\text{CO}_2$ , не выделяемого из материала при его обработке HCl с последующим высушиванием в вакууме, достигает 50% того количества, которое ассимилируется корнем целого растения.

Углерод поглощенной корнем  $\text{CO}_2$  обнаружен нами как в углеводах корня (активность озазона глюкозы), так и в белках, причем активности выделенных веществ были одного и того же порядка у изолированного корня и корня целого растения.

Так как изложенные результаты были получены на бобовых растениях, то можно было допустить участие в фиксации углекислоты клу-

Таблица 1

Объект	№ опыта	Вес в мг	Активность в имп/мин · 10 мг	
			до обраб. HCl	после обраб. HCl
Листья	1	40	45	38
	2	458	40	37
Стебель	1	90	425	206
	2	890	236	178
Корень	1	180	2300	2027
	2	550	3240	1936

беньковых бактерий, хотя на корнях заметных клубеньков и не было обнаружено. В камеру с корнями проникал рассеянный свет, что не исключало возможности фотореакций.

Т а б л и ц а 2

Определения	Исследованный материал	
	корень с целого растения	корень, лишен. стебля и листьев
Сухой вес в мг . . . . .	180	110
Радиоактивность в имп/мин·мг . . . . .		
до обработки HCl . . . . .	230	166
после обработки HCl . . . . .	202	109
Получено кислого гидролизата в мл . . . . .	14	15
Общая активность кисл. гидролизата в имп/мин. . . . .	11 340	10 575
Выделено озазона после 3 перекристаллизаций и промывок в мг . . . . .	16	17
Радиоактивность выделенного озазона в имп/мин·мг . . . . .	35	58
Выделено белка после трех пересаживаний в мг . . . . .	8	4
Радиоактивность белка в имп/мин·мг . . . . .	417	318

Чтобы исключить эти предположения, опыт был повторен с примулой (*Primula obconopsea*). У двух растений изолированы корни, тщательно промыты в проточной воде и помещены в камеру с газообразной радиоактивной углекислотой. Экспозиция 18 час. в полной темноте при 19°. Дальнейшая обработка аналогична вышеописанной. Корень обладал активностью в 140 имп/мин·мг. Озазон глюкозы (при добавлении 50 мг х. ч. глюкозы в качестве носителя) имел активность в 34 имп/мин·мг, изолированный из корня белок (после 4-кратного пересаживания) — 200 имп/мин·мг.

Показанное в настоящей работе вовлечение углерода угольного ангидрида в состав сложных органических веществ корня (углеводы, белки), идущее в темноте, без участия зеленых частей растений, указывает на сложные синтетические процессы, имеющие место в корне, и заставляет допустить наличие усвоения корнями растения угольного ангидрида из газов почвы.

Лаборатория биофизики, изотопов и излучений  
при Отделении биологических наук  
Академии наук СССР

Поступило  
27 IX 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> А. Л. Курсанов, А. М. Кузин и Я. В. Мамуль, ДАН, 79, № 4, 658 (1951).