Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 6

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Л. А. ЗУЕВ и П. Ф. ГОЛУБЕВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАПАСНОГО ФОСФОРА СЕМЯН ПРИ ПРОРАСТАНИИ

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 16 IX 1955)

Запасной формой фосфора в семенах является преимущественно фитин, впервые обнаруженный В. И. Палладиным в семенах Sinapis nigra в 1894 г. (1). С тех пор многие исследователи занимались изучением этого интересного соединения, исследовали его структуру, свойства и распространение, однако о роли фитина в обмене веществ в растении и до сего времени нет достаточно ясного представления.

Фитин синтезируется в созревающих семенах растений сопряженно с синтезом основного запасного вещества (2) и распадается при прорастании (3). Многие авторы считают, что фитин присутствует и в вегетативных органах, откуда должен следовать вывод, что фитин широко распространен в обмене веществ и всюду, наряду с его распадом, должен происходить также синтез; накопление его в ткани, в таком случае, следует рассматривать как преобладание синтеза над распадом, а понижение его содержания — как результат обратных отношений.

В настоящем исследовании для выяснения вопроса о распространении фитина в растениях и наличии или отсутствии синтеза фитина в период интенсивной траты его в проростках применен метод радиоактивных индикаторов. Проростки льна выращивались на растворе с меченым фосфором (на 1 л вносилось 1 мг-ат. стабильного изотопа и 50μ к радиоактивного изтопа фосфора). Затем из проростков выделялись отдельные фракции фосфорных соединений по методам А. В. Соколова (4) и А. Л. Курсанова (5) и в них определялось содержание поглощенного фосфора по активности фракции.

Поскольку поглощение фосфора и вовлечение его в процессы обмена начинается одновременно с началом оживления семян при прорастании (6), то наличие или отсутствие радиоактивного изотопа фосфора в исследуемой фракции должно показать соответственно, наличие или отсутствие синтеза фосфороорганических соединений данной фракции.

Одновременно с определением активности выделенных фракций физическим методом и нахождением по этой активности количества поглощенного фосфора велось определение суммарного содержания фосфора, как общего, так и по отдельным фракциям химическим методом (табл. 1). Суммарное содержание фосфора в данном случае слагается из содержания фосфора, находившегося в семенах, и фосфора, поглощенного из раствора в процессе развития проростка.

В параллельных опытах, проводимых с двойной повторностью, расхождения были в пределах ± 5% определяемой величины (несколько бо́льшими были расхождения при определении фосфора фракции фосфоросахаров — около 10%).

Проростки первого опыта отличались несколько лучшим развитием, в них обнаружено также более высокое содержание общего фосфора. Но в обоих случаях данные согласно показывают наличие фосфора

Таблица 1

Суммарное содержание общего фосфора и фосфора фракций в 7-суточных проростках льна

№ опыта	Орган проростка	Вес. сух. вещ. 100 проростков в г	P_2O_5 в мг на 1 г сух. вещ.					P_2O_5 неорг. фосфатов в % от общ.
			общ.	неорг. фосфатов	нерастворим в 1%-ной HCl фосфатов*	фосфоросахаров	фитина	
I	Побеги . .	0,410	23,66	11,83	5,19	4,68	1,95	50,0
II	Побеги . .	0,408	21,92	10,67	5,63	4,06	1,55	48,6
I	Корешки	0,095	25,0	15,92	4,63	4,50	0,0	63,6
II	Корешки	0,084	16,33	9,78	4,78	2,84	0,0	59,6

* Определялось по разности между содержанием общей P_2O_5 и растворимой в 1% соляной кислоте.

фракции фитина в побегах и отсутствие в корешках. Не давая прямого ответа на вопрос об отсутствии синтеза фитина в проростках, эти данные, тем не менее, говорят о том, что он не идет в корешках.

Необходимо отметить также то весьма важное обстоятельство, что в суммарном содержании доля фосфора во фракции фосфоросахаров от общего содержания фосфора всюду практически одинакова (колебания незначительны). В побегах на долю фосфора этой фракции приходится 19,7% в первом опыте и 18,6% во втором, в корешках — 18,0 и 17,4%, соответственно. На долю фосфора неорганических фосфатов приходится значительная часть, от общего содержания фосфора, что характерно вообще для тканей с интенсивно протекающими процессами обмена веществ.

Данные табл. 2 дают уже прямое указание на отсутствие синтеза фитина в проростках. Во фракции фитина, выделенной из побегов, не найдено поглощенного фосфора: эта фракция не содержала его радиоактивного изотопа. Следовательно, в процессе развития проростков не происходило обмена фосфора в фитине, а тот фосфор, который определен в этой фракции (см. табл. 1), представляет собой фосфор остаточного, еще не распавшегося в семядолях фитина.

Таблица 2

Содержание поглощенного общего фосфора и фосфора фракций в 7-суточных проростках льна

№ опыта	Орган проростка	P_2O_5 в мг на 1 г сух. вещ.*					P_2O_5 неорг. фосфатов в % от общ.
		общ.	неорг. фосфатов	нерастворим. в 1%-ной HCl фосфатов	фосфоросахаров	фитина	
I	Побеги	0,434	0,276	0,100	0,057	0,0	63,5
II	Побеги	0,392	0,228	0,122	0,049	0,0	58,2
I	Корешки	1,668	1,171	0,282	0,173	—	70,2
II	Корешки	1,026	0,590	0,325	0,072	—	58,5

* Величины $P^*_2O_5$ вычислены на основании заданных соотношений между изотопами фосфора, которые в наших условиях измерения составляли: в I опыте 71000 имп/мин. во II опыте 64000 имп/мин. P^{32} на 1 мг $P_2{}^{31}O_5$.

Наряду с этим фракционированное определение поглощенного фосфора раскрывает еще одну особенность фосфорного обмена в проростках

льна. Оно показывает относительно низкое содержание поглощенного фосфора во фракции фосфоросахаров, выделенной из побегов. Если при суммарном определении содержание фосфора во фракции фосфоросахаров было близко к содержанию во фракции нерастворимых в кислоте соединений, то при определении поглощенного фосфора оно оказалось по фракции фосфоросахаров значительно ниже. Эта особенность становится еще более рельефной если долю поглощенного фосфора данной фракции выразить в процентах от суммарного содержания фосфора в ней (см. табл. 3). Оказывается, что доля поглощенного фосфора от

Таблица 3

Доля поглощенного фосфора в суммарном содержании

№ опыта	Орган проростка	Поглощенная P_2O_5 в % от суммарного содержания				
		общ.	неорг. фосфатов	нерастворим. в 1%-ной HCl фосфатов	фосфоросахаров	фитина
I	Побеги	1,8	2,5	1,9	1,2	0,0
II	Побеги	1,8	2,1	2,2	1,1	0,0
I	Корешки . . .	6,6	6,2	6,1	3,8	—
II	Корешки . . .	6,3	7,3	7,4	2,5	—

суммарного содержания понижена не только во фракции фосфоросахаров, выделенной из побегов, но и во фракции, выделенной из корешков. В то же время доля поглощенного фосфора в других фракциях, кроме фракции фитина, и в побегах и в корешках близка к доле общего поглощенного фосфора в общем суммарном содержании. Это обстоятельство указывает на то, что фосфоросахара образуются за счет запасного фосфора и этот процесс использования запасного фосфора — фосфора фитина — протекает сопряженно с процессом использования основной запасной формы семян. Именно в результате этой сопряженности процессов и образуются фосфоросахара, часть которых используется в процессах дыхания на месте, а часть передвигается по проростку, согласно схеме А. Л. Курсанова (7). При передвижении, повидимому, не все фосфоросахара обменивают фосфор, полученный от фитина, на свободный фосфор клеток, в том числе на фосфор, поглощенный из питательного раствора.

Полученные результаты позволяют считать, что фитин, будучи запасной формой и синтезируясь сопряженно с синтезом основного запасного вещества семян в процессе созревания, при прорастании семян не синтезируется в проростке, а его распад протекает сопряженно с процессом использования основного запасного вещества семян. При этом происходит образование фосфоросахаров, которые частью передвигаются по проростку и в меньшей степени, чем другие фосфороорганические соединения, обменивают свой фосфор на фосфор, поглощенный из питательного раствора.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
20 V 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] В. И. Палладин, Zs. Biologie, 13, 191 (1895). [2] Л. А. Зуев, В. И. Поручикова, ДАН, 70, № 3 (1950). [3] В. К. Залесский, Превращение и роль фосфорных соединений в растениях, Харьков, 1912 [4] А. В. Соколов, Химизация социалистич. земледелия, № 10 (1940). [5] А. Л. Курсанов, Биохимия, 3, в. 4 (1938). [6] Л. А. Зуев. П. Ф. Голубева, ДАН, 96, № 2 (1954). [7] А. Л. Курсанов, Бот. журн., 37, в. 5 (1953).