Доклады Академии наук СССР
1955. Том 100, № 3

БИОХИМИЯ

В. Г. КОНАРЕВ

О РОЛИ АЗОТА И ФОСФОРА В ОБРАЗОВАНИИ БЕЛКОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ У РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком А. И. Опариным 17 XI 1954)

Известно, что в условиях недостаточности азотного питания, снижающих содержание общего азота в растении и ослабляющих синтез белковых веществ, задерживается поступление фосфора и нарушается фосфорный обмен. Недостаток же фосфора в почве ограничивает поступление азота и угнетает процессы новообразования белка ([1-4]). В свете современных данных, с одной стороны, о сопряженности белкового синтеза с образованием и превращением нуклеиновых кислот и, с другой, о прямом участии фосфора в нуклеиновом обмене можно предположить, что взаимовлияние азотного и фосфорного обмена в организме в значительной мере осуществляется через нуклеиновый обмен. Некоторое подтверждение этому можно видеть в работах, проведенных с микроорганизмами и изолированными тканями животных ([5-8]). Взаимоотношение между условиями азотного и фосфорного питания, образованием белка и поведением нуклеиновых кислот мы попытались выяснить в опытах с проростками гороха.

Постановка опыта. Существующие методы биохимического учета нуклеиновых кислот по фосфору дают надежные результаты только для эмбриональных тканей и молодых растений. Однако на ранних фазах роста (2—3 недели) растения используют азот и фосфор семядолей, что усложняет картину влияния условий минерального питания. В случае удаления семядолей зависимость проростков от наличия азота и фосфора в среде становится более простой и непосредственной, в то же время усвоение их строго зависит от степени развития органов автотрофного питания. Серией опытов нами было установлено, что наиболее благоприятным сроком удаления семядолей являются 6-й и 7-й дни прорастания. В это время проростки довольно богаты нуклеиновыми кислотами, не содержат ощутимых запасов питательных веществ в тканях и сравнительно легко приживаются на питательных смесях, предназначенных для автотрофных растений.

В течение первых 5 дней после удаления семядолей проростки гороха (Виктория Мондорфская) выращивались на смесях Кнопа, взятых в 5-кратном разбавлении, затем переносились на смеси 2-кратного разбавления. Анализу подвергались 7-дневные (в день удаления семядолей) и 17-дневные проростки (после 10-дневного пребывания на смесях Кнопа). Для сопоставления были взяты семядольные и бессемядольные проростки, росшие на воде. Рецепты полной смеси Кнопа и смесей с исключением отдельных элементов взяты по Ф. Д. Сказкину и Е. И. Ловчиновской ([9]).

Биохимическому анализу подвергались целые проростки после фиксации спиртом. Нуклеиновые кислоты определялись по фосфору ([10]). Осаждение белка при определении белкового азота производи-

лось 5% трихлоруксусной кислотой на холоде. Результаты анализа рассчитаны к сухому весу материала.

Результаты анализа. Как видно из табл. 1, самое большое количество сухого вещества, азота и фосфора было накоплено за время опыта проростками с семядолями и наименьшее количество их оказалось у бессемядольных проростков, росших на воде; бессемядольные проростки на смесях Кнопа занимают промежуточное положение.

Таблица 1

Влияние условий минерального питания на накопление сухого вещества, азота, фосфора и белка в проростках гороха

Условия питания		Сух. вес 10 раст. в мг	Азот в мг на 10 раст.	Фосфор в мг на 10 раст.	Белк. N в мг на 10 раст.	Белк. N в % от общ. N	Нукл. P в мг на 10 раст.	Нукл. P в % от общ. P
7-дневные проростки (в день удаления семядолей)		620	27,23	8,75	18,65	68,5	2,95	33,8
17-дневные проростки с семядолями		3240	110,5	35,40	71,60	64,8	8,49	24,0
На 10-й день после удаления семядолей	на воде	535	25,8	8,60	9,36	36,3	1,58	18,4
	NPK	1280	50,43	20,48	33,23	65,9	5,11	25,0
	NP	1081	43,46	17,30	29,29	67,4	4,91	28,4
	NK	837	31,43	8,90	15,27	48,6	1,02	11,4
	PK	730	22,68	10,08	16,87	74,4	1,53	14,2

Среди них больше сухого вещества, азота и фосфора накопили проростки, росшие на полной смеси (NPK) и на смеси с исключением калия (NP). Наименьшее количество сухого вещества и азота оказалось у растений на безазотистых (PK), а наименьшее количество фосфора — на бесфосфорных средах (NK).

Исключение азота из питательной смеси ведет к прекращению накопления фосфора. У растений этого варианта до конца опыта сохраняется высокий процент белкового азота от общего азота, хотя дальнейшего накопления белка не происходит.

На бесфосфорных средах поступление азота в растение некоторое время продолжается. Растения этого варианта к концу опыта содержат низкий процент белка, причем половина имеющегося у них азота составляет небелковую фракцию. В еще большей степени в отсутствие фосфора оказывается подавленным синтез нуклеопротеидов, что обнаруживается в снижении абсолютного и относительного содержания их в тканях.

Следует отметить, что в отсутствие в среде азота при наличии фосфора и особенно в отсутствие фосфора при наличии азота накопление нуклеопротеидов угнетается в большей степени, чем накопление общей массы белков. В связи с этим определенный интерес представляет поведение нуклеиновых кислот (табл. 2). В отсутствие азота или фосфора происходит падение содержания нуклеопротеидов преимущественно за счет рибонуклеиновой кислоты. При этом наиболее резко снижение содержания нуклеиновых кислот выражено у растений, росших на бесфосфорных средах (NK).

Из представленных ниже данных видно, что наиболее интенсивно накопление общей массы белков и нуклеопротеидов происходит в проростках с семядолями, медленнее — у бессемядольных проростков на смесях с азотом и фосфором (NPK и NP). В условиях голодного обмена происходит распад белков и нуклеопротеидов. При этом наибо-

Таблица 2

Влияние азота и фосфора среды на содержание нуклеиновых кислот в проростках гороха

Условия питания		ДНК в мг на 10 раст.	РНК в мг на 10 раст.	РНК в % к сух. весу	Фосфор ДНК в % от фосфора нуклеопротеидов
7-дневные проростки (в день удаления семядолей)		4,85	26,2	4,24	19,4
17-дневные проростки с семядолями		13,74	75,7	2,34	16,0
На 10-й день после удаления семядолей	на воде	4,06	12,5	2,34	25,4
	NPK	5,25	48,7	3,80	10,2
	NP	5,85	46,0	4,20	11,8
	NK	3,84	6,73	0,80	37,4
	PK	4,44	11,55	1,58	28,7

лее интенсивно распад белков наблюдается в проростках, не получивших ни азота, ни фосфора (на воде); наоборот, уменьшение количества нуклеопротеидов более резко выражено в проростках, получивших или только азот или только фосфор. Последнее, повидимому, связано с более активным ростом и превращением белковых веществ. Как видно, проростки на смесях PK и NK продолжали расти, сохраняя исходное количество белка. Сохранение белка при наличии роста в этих условиях является результатом динамического равновесия в белковом обмене, т. е. непрерывно идущий процесс диссимиляции белковых молекул здесь компенсируется новообразованием их. Можно предположить, что усиленный распад нуклеиновых кислот и особенно рибонуклеиновой кислоты на безазотистых и в большей степени на бесфосфорных средах является следствием прекращения синтеза нуклеиновых кислот и расхода их на рост и новообразование белковых веществ. В условиях абсолютного голодания рост отсутствует и в тканях преобладает распад белка. В этих условиях синтез нуклеиновых кислот прекращается, однако и расход их в белковом синтезе также замедлен.

Приведенный материал позволяет сделать следующие заключения.

1. Участие азота и фосфора среды в белковом синтезе осуществляется через нуклеиновый обмен.

2. Для новообразования нуклеопротеидов необходимо одновременное присутствие азота и фосфора в среде.

3. Азот и фосфор являются не только исходным материалом для новообразования нуклеиновых кислот, но и условием для реализации их в белковом синтезе или в других процессах, связанных с явлениями роста и морфогенеза в тканях. Расход нуклеиновых кислот в этих процессах идет в первую очередь за счет рибонуклеиновой кислоты.

Государственный педагогический институт
им. В. П. Чкалова
Чкалов

Поступило
4 XI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Смирнов, Э. Стром, С. Кузнецов, Изв. АН СССР, сер. биол., № 2 (1938). [2] Н. М. Сисакян, там же, № 2 (1938). [3] Д. А. Сабинин, Минеральное питание растений, Изд. АН СССР, 1940. [4] О. Ф. Туева, С. А. Самойлова, ДАН, **62**, № 5 (1948). [5] J. Brachet, Embryologie Chimique, Paris, 1944. [6] R. Jeener, J. Brachet, Enzymologia, **11**, 222 (1944). [7] F. Carlo, A. Schultz, Arch. Biochem., **17**, 293 (1948). [8] W. Hull, P. Kirk, J. Gen. Physiol., **33**, 327 (1950). [9] Ф. Д. Сказкин, Е. И. Ловчиновская, Практикум по физиологии растений, 1948. [10] В. Г. Конарев, Биохимия, **19**, № 2 (1954).