

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

О. Ф. ТУЕВА и С. А. САМОЙЛОВА

**ВЛИЯНИЕ ФОСФАТНОГО ПИТАНИЯ НА ПОГЛОЩЕНИЕ  
И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЗОТА В РАСТЕНИИ**

*(Представлено академиком Н. А. Максимовым 18 VIII 1948)*

Внимание одного из авторов настоящего сообщения к вопросу о взаимодействии азотного и фосфатного питания растений было привлечено в связи с его работой над характером развития хлопчатника (1).

В опытах, проводившихся нами в течение ряда последних лет, установлена зависимость характера поведения растений, перенесших фосфатное голодание, от их азотного режима. При этом, как показывают результаты наших исследований, основное значение для поведения растений, подвергающихся фосфатному голоданию, имеет характер азотного обмена, устанавливающегося в растении в период фосфатного голодания. Это видно из опытов с перенесением растений, голодавших в отношении фосфора, в растворы, содержащие этот элемент, но не содержащие азота. Все характерные показатели в последствии фосфатного голодания проявляются в этом случае столь же интенсивно, как и в растворах, содержащих азот. Вместе с этим установлено, что последствие фосфатного голодания может проявляться у растений, совершенно не получавших азота из питательных растворов. Это происходит в том случае, если проростки не использовали еще полностью запасов азота семени для построения новых органов. Все это заставило нас обратить внимание на азотное питание растений в зависимости от наличия фосфора в окружающих растворах.

Установленное в ряде исследований (2-4) высокое содержание нитратного азота в листьях растений, голодающих в отношении фосфора, справедливо объясняется нарушением белкового синтеза.

Другое объяснение более высокого содержания нитратов в растениях, не получающих фосфора, дают Breon и Gillam (5). Они считают, что фосфат-ион задерживает поглощение растениями нитратов, благодаря чему они и обогащаются нитратным азотом при выращивании в растворах, не содержащих фосфора. Однако их собственный экспериментальный материал, вопреки утверждениям авторов, свидетельствует прежде всего о влиянии фосфора на синтез белков в растении. Вывода же о влиянии фосфора на поглощение нитратного азота сделать нельзя, так как опыты были длительными и растения имели очень различный сухой вес. Следовательно, речь может идти только о косвенном, а не прямом влиянии, как утверждают Breon и Gillam.

В исследованиях Ketchum (6) фосфаты не оказывали влияния на поглощение нитратов диатомовой водорослью.

В наших исследованиях мы подошли к этому вопросу путем прямого определения деятельности корневых систем по снабжению надземных органов азотом. Опыты проводились с тыквой в течение 1946

и 1947 гг. Растения в питательных растворах различного состава выращивались в течение 4—5 недель, а затем использовались для сбора пасоки. Перед сбором пасоки растениям всех вариантов давались свежеприготовленные питательные смеси. Половина растений, развивавшихся в растворах без фосфора, переносилась в полные питательные смеси. В качестве контроля служили растения, все время развивавшиеся в полных питательных смесях. Для того чтобы результаты различных вариантов питания можно было сравнивать между собою, вынос азота огнесен к единице сухого вещества корневых систем.

Опыты, проведенные в разное время, совершенно отчетливо показали, что у растений, голодающих в отношении фосфора в течение продолжительного времени, корневые системы подают значительно меньше нитратного азота, чем корневые системы растений, все время получавших фосфор (табл. 1).

Таблица 1

Вынос нитратного азота пасокой тыквы  
(в мг на 1 г сухого вещества корневых систем в час)

№ растений	Год и серия опыта	Даты сбора пасоки	Условия питания	Азот		
				органический	нитратный	общий
169—174	1946, 3	27 VIII	Полная питат. смесь . . .	0,047	0,112	0,159
181—186	То же	27 VIII	—Р . . . . .	0,018	0,047	0,065
175—180	»	27 VIII	—Р, затем +Р . . .	0,034	0,051	0,085
109—120	1947, 2	8 VIII	Полная питат. смесь . . .	0,050	0,183	0,233
163—168	То же	8 VIII	—Р . . . . .	0,015	0,067	0,082
121—126	»	8 VIII	—Р, затем +Р . . .	0,046	0,133	0,179
109—120	1947, 4	17 IX	Полная питат. смесь . . .	0,068	0,110	0,179
121—132	То же	17 IX	—Р . . . . .	0,023	0,060	0,087
133—144	»	17 IX	—Р, затем +Р . . .	0,055	0,100	0,163

Вместе с этим наши данные показывают, что в корневых системах растений, голодающих в отношении фосфора, значительно снижается способность восстанавливать нитраты, так как подача органического азота в надземные органы падает очень сильно.

У растений, получающих азот в аммиачной форме, исключение фосфора из питательных смесей также значительно снижает подачу азота корневыми системами (табл. 2).

Следовательно, длительное фосфатное голодание создает в растениях условия, неблагоприятные для поглощения азота корневыми системами, независимо от того, дается ли он в форме аниона или в форме катиона.

Объяснение очень значительному снижению в подаче азота корневыми системами голодающих в отношении фосфора растений, нам кажется, следует искать в насыщенности плазмы этих растений небелковыми азотистыми соединениями. Фосфатное голодание снижает способность к синтезу белковых соединений в растениях, в силу чего происходит значительное накопление фракции легко растворимого азота (7).

Наши опыты показали также, что содержание общего азота в листьях всех ярусов у растений, голодающих в отношении фосфора, было значительно выше, чем в листьях растений, получающих полную питательную смесь (табл. 3).

Таблица 2

Вынос азота пасокой тыквы  
(в мг на 1 г сухого вещества корневых систем в час)

№№ растений	Год и серия опытов	Даты сбора пасоки	Условия питания	Общий азот
199—204	1946, 3	27 VIII	Полная питат. смесь . . . . . —Р . . . . . —Р, затем +Р . . . . .	0,175
211—216	То же	27 VIII		0,105
205—210	»	27 VIII		0,284
31—36	1947, 2	8 VIII	Полная питат. смесь . . . . . —Р . . . . . —Р, затем +Р . . . . .	0,218
37—48	То же	8 VIII		0,086
49—60	»	8 VIII		0,117
1—12	1947, 4	17 IX	Полная питат. смесь . . . . . —Р . . . . . —Р, затем +Р малая доза —Р, затем +Р . . . . .	0,230
13—24	То же	17 IX		0,103
25—36	»	17 IX		0,117
37—48	»	17 IX		0,179

Таблица 3

Содержание азота в листьях тыквы  
(в % на сухой вес)

Название органов	Полная питательная смесь №№ 199—204	Питательная смесь без Р, №№ 205—216
Корни . . . . .	5,00	5,30
Листья 2-го яруса . . . . .	4,89	8,86
» 3-го » . . . . .	5,04	8,42
» 4-го » . . . . .	5,90	8,14
» 5-го « . . . . .	6,20	9,20
» 6-го » . . . . .	6,36	
» 7-го » . . . . .	6,56	

При этом было обнаружено, что градиент азота в листьях разных ярусов меняется в зависимости от условий фосфатного питания. У растений, голодающих в отношении фосфора, содержание азота в листьях самого нижнего яруса мало отличается от содержания этого элемента в листьях самого верхнего яруса и выше, чем в листьях средних ярусов.

Эти данные свидетельствуют о плохом использовании азота растениями, развивающимися в растворах без фосфора, и накоплении небелковых соединений азота, что и приводит к понижению способности плазмы поглощать азотистые соединения из окружающей среды.

Результаты опытов, проведенных нами с проростками тыквы, подтвердили это предположение. Они показали, что при нитратном источнике питания изменения в подаче азота корневыми системами в зависимости от наличия фосфатов происходят быстрее, чем при аммиачном питании. В 10-дневном опыте с проростками тыквы поглощение нитратного азота из растворов с фосфором составляло 7,75 мг, а из растворов без фосфора — только 4,19 мг. Для проростков аммиачного варианта соответствующие данные о поглощении азота дают обратные соотношения — 3,58 и 6,99 мг.

Такой ход процесса вполне согласуется с вышеуказанным предположением, потому что нарушение в ходе синтеза белков раньше сказывается при нитратном, чем при аммиачном питании.

Институт физиологии растений  
им. К. А. Тимирязева  
Академии Наук СССР

Поступило  
16 VIII 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> О. Ф. Туева, Тр. ИФР АН СССР, **3**, 85 (1947). <sup>2</sup> S. H. Eckerson, Contr. Boyce Thompson Inst., **3**, 197 (1931). <sup>3</sup> Mac Gillivray, J. of Agric. Research, **34**, 97 (1927). <sup>4</sup> A. R. P. Haas, Bot. Gaz., **97**, 794 (1936). <sup>5</sup> W. S. Breon and W. S. Giliam, Plant Physiol., **19**, 649 (1944). <sup>6</sup> B. H. Ketchum, Am. J. Bot., **26**, 399 (1939). <sup>7</sup> А. Смирнов, Э. Стром и С. Кузнецов, Изв. АН СССР, сер. биол., **2**, 265 (1938).