

А. Ф. КАЛИНКЕВИЧ

**О САХАРАХ В РАСТЕНИЯХ ПРИ НИТРАТНОМ И
АММИАЧНОМ ПИТАНИИ**

(Представлено академиком Д. Н. Прянишниковым 17 V 1947)

Использование нитратного азота (NO_3) растениями на синтез белковых веществ связано с предварительным восстановлением нитратов до аммиака, которое сопровождается тратой большого количества энергии, получающейся в результате окисления углеводов за счет кислорода нитратов (I^{-4}). Трата сахаров на восстановление нитратов до аммиака в настоящее время вполне установлена, хотя неизвестно, какая из форм сахаров непосредственно окисляется под влиянием кислорода NO_3 .

Моносахариды, повидимому, принимают непосредственное участие в процессе восстановления нитратов до аммиака в растениях. При

Таблица 1

Источник питания азотом	Процент сахаров на сухое вещество				
	глюкоза	фруктоза	итого редуцирующих	сахароза	всего растворимых
NaNO_3	0,26 8%	0,99 29%	1,25 37%	2,13 63%	3,38 100%
NaNO_2	1,27 32%	0,65 16%	1,92 48%	2,10 52%	4,02 100%
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	1,57 39%	1,16 28%	2,73 67%	1,35 33%	4,08 100%

этом глюкоза легко окисляется в соответствующие одноосновные кислоты, а при более энергичном окислении — и до бикарбоновых кислот. Фруктоза же оказывается устойчивее в этом отношении и при некоторых условиях совсем не затрагивается (7).

Настоящая работа посвящена выяснению вопроса о том, какая из форм сахаров окисляется при восстановлении нитратов до аммиака. В наших опытах в качестве подопытного растения взят кок-сагыз, содержащий наряду с глюкозанами большое количество фруктозанов. В опыте 1938 г. кок-сагыз был высеян 3 V в сосуды, набитые песком с питательной смесью Гельригеля. С 9 VI по 26 VI систематически производилась подкормка растений азотом, причем за это время было внесено в сумме по 6 мг-экв. азота на 1 кг песка. Одна группа растений получала азот в виде NaNO_3 , другая в виде NaNO_2 и третья в виде $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. 2 VII, в фазу бутонизации кок-сагыза, часть растений была убрана и в листьях произведено определение сахаров (табл. 1).

Количество фруктозы практически оставалось неизменным при различных по степени окисленности источниках азота. Содержание глюкозы резко возрастало при переходе от окисленной формы азота NaNO_3 к более восстановленным. Это возрастание количества глюкозы было настолько значительным, что несмотря на одновременное уменьшение содержания сахарозы, общее количество растворимых

Таблица 2

Источник питания азотом	Процент сахаров на сухое вещество				
	глюкоза	фруктоза	итого редуцирующих	сахароза	всего растворимых
NaNO_3	0,32 10%	1,54 47%	1,86 57%	1,40 43%	3,26 100%
NaNO_2	0,61 10%	2,25 39%	2,86 49%	2,91 51%	5,77 100%
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	1,07 17%	2,22 35%	3,29 52%	2,98 48%	6,27 100%

сахаров по более восстановленным формам азота было больше, чем по окисленным формам. Состав сахаров в листьях кок-сагыза в фазу цветения (1 VIII) представлен в табл. 2.

Так как различные по окисленности источники азота оказали неодинаковое влияние на цветение растений, то учет сахаров в этот срок не может дать правильного представления о трате сахаров на процесс восстановления нитратов. Однако из этих данных все же видно, что при нитратном питании растений общее количество растворимых сахаров в листьях было меньше, чем при питании более восстановленными источниками азота. Особенно сильно понижалось содержание в листьях глюкозы при питании растений окисленной формой азота. Аналогичная закономерность в содержании глюкозы в фазу массового цветения (1 VIII) проявилась и при анализе цветоносов (табл. 3).

Таблица 3

Источник питания азотом	Процент сахаров на сухое вещество				
	глюкоза	фруктоза	итого редуцирующих	сахароза	всего растворимых
NaNO_3	9,70 53%	5,85 32%	15,55 85%	2,70 15%	18,25 100%
NaNO_2	11,70 56%	4,40 22%	16,10 79%	4,25 21%	20,35 100%
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	11,35 65%	3,70 21%	15,05 86%	2,55 14%	17,60 100%

При внесении в питательную смесь различных форм азота (в расщелочку) в сосудах с $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ имело место некоторое подщелачивание среды по сравнению с сосудами, получившими NaNO_3 и NaNO_2 . Поэтому в 1946 г. опыт проводился по методике текучих растворов при $\text{pH}=5,6$. В этом опыте растения до конца цветения выращивались на питательной смеси, содержащей NaNO_3 . С 1 IX одна группа растений продолжала получать в растворе нитратный азот, другая груп-

па — аммиачный азот $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. 1 X растения были убраны и в листьях произведено определение сахаров (табл. 4).

В опыте с текучими растворами проявилась та же зависимость, что и в ранее описанных опытах: количество глюкозы в листьях по аммиачному азоту было значительно больше, чем по нитратному азоту.

Результаты приведенных исследований (табл. 1—4) дают основание считать, что, в процессе восстановления нитратов, кислородом по-

Т а б л и ц а 4

Источник питания азотом	Процент сахаров на сухое вещество				
	глюкоза	фруктоза	итого редуцирующих	сахароза	всего растворимых
NaNO_3	0,48 9%	0,82 16%	1,30 25%	4,00 75%	5,30 100%
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1,95 26%	1,50 19%	3,45 43%	4,13 55%	7,58 100%

следних окисляется в первую очередь глюкоза. Это находит подтверждение также при учете общего баланса углеводов в растениях в опыте, проведенном в 1940 г., в котором растения с момента посева (5 V) до массового цветения (27 VII) выращивались в песчаных культурах на двойной смеси Гельригеля. Для однородности материала во всех растениях удалялись бутоны по мере их появления. 27 VII была проведена подкормка кок-сагыза. Было внесено 2 дозы азота от нормы Гельригеля. В одну группу сосудов — в форме NaNO_3 , в другую — в форме NaNO_2 . Через две недели после подкормки (12 VIII) часть растений была убрана, и было определено общее количество глюкозанаов и фруктозанаов в листьях и в корнях. Результаты опыта представлены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Источник питания азотом	Растворимые сахара в г на 100 растений		
	глюкозаны	фруктозаны	всего
NaNO_3	8,1 8%	92,0 92%	100,1 100%
NaNO_2	21,1 16%	110,1 84%	131,2 100%

По нитратному азоту общее количество всех сахаров в 100 растениях оказалось на 30 г меньше, чем по нитритному питанию. Количество глюкозанаов по нитратному азоту значительно меньше, чем при нитритной форме азота.

Полученные результаты учета общего количества глюкозанаов и фруктозанаов в растениях также подтверждают, что на восстановление нитратов тратится глюкоза. Источники азота в зависимости от степени их окисленности оказывали влияние не только на содержание форм сахаров в растениях, но и на распределение сахаров между отдельными органами растений (табл. 6).

Распределение сахаров между листьями и корнями при различных источниках азота находится в определенной зависимости от фазы жизни растения. В молодом возрасте кок-сагыза (в данном опыте — в фазу цветения) сахаров в листьях было по аммиачному питанию больше, чем по нитратам. В корнях в этот период соотношение было обратным. Такой характер распределения сахаров связан, повидимому,

Таблица 6

Источник питания азотом	Растворимые сахара в г на 100 растений					
	12 VIII			10 X		
	листья	корни	растение	листья	корни	растение
NaNO_3	9,57 48%	10,34 52%	19,91 100%	10,3 9%	100,1 91%	110,4 100%
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	24,48 69%	11,11 31%	35,59 100%	0,85 0,5%	174,37 99,5%	175,22 100%

с тем, что нитраты восстанавливаются главным образом в корнях^(2,3). По аммиачному азоту созревание растений происходило быстрее, чем по нитратному азоту, что сказалось в конце вегетации на распределении сахаров между отдельными органами: в корне было сахаров по аммиаку больше, чем по нитратам, в листьях — по нитратам больше, чем по аммиаку.

Поступило
17 V 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Д. Н. Прянишников и В. С. Иванова, Из результатов вегетационных опытов, 16, 1935. ² Д. Н. Прянишников, Агрехимия, 1940. ³ Д. Н. Прянишников, Азот в жизни растений и в земледелии СССР, изд. АН СССР, 1945. ⁴ И. В. Смирнов, Из результатов вегетационных опытов, 11, в. 1, под ред. Д. Н. Прянишникова, 1919. ⁵ Г. Г. Петров, там же, в. 2, 1919. ⁶ П. Я. Демьянов и В. В. Феофилакт, Химия растительных веществ, 1938. ⁷ А. Г. Шестаков, Руководство к практич. занятиям по агрохимии, ч. 2, 1940.