

Г. Я. ГУБАНОВ

## НАРУШЕНИЕ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТАННИДОВ У ПОРАЖЕННОГО ВИЛТОМ ХЛОПЧАТНИКА

(Представлено академиком А. И. Опариным 23 I 1950)

Многие инфекционные заболевания растений сопровождаются резким нарушением нормального обмена веществ, что может быть вызвано самыми различными факторами. В случае поражения хлопчатника вилтом одной из причин нарушения обмена принято считать ферментативное воздействие паразита на растение-хозяина. Эта точка зрения основывается, главным образом, на том, что многие микроорганизмы, в том числе и паразитные, способны выделять через оболочку живой клетки ферменты и посредством их воздействовать на окружающую среду, извлекая из нее необходимые продукты питания. На основании этого допускается, что и паразиты, проникнув в растение, выделяют в окружающие их ткани ферменты, в результате чего в тканях нарушается нормальная физиологическая согласованность в обмене веществ и растение нередко погибает. С подобной точки зрения объясняются, например, причины увядания хлопчатника при вертициллезном вилте.

Исследованиями Е. З. Окниной<sup>(1)</sup> установлено, что грибы (*V. dahlige* и *V. albo-atrum*), вызывающие вилт хлопчатника, способны выделять в окружающую среду ряд ферментов, как амилаза, мальтаза, инвертаза и др. Это дало повод автору сделать заключение, что главная причина увядания хлопчатника при вертициллезе сводится к ферментативному воздействию паразитов на растение. Большое количество выделяемых грибами ферментов должно, по мнению Е. З. Окниной, привести к резкому гидролизу сложных органических веществ в тканях больного растения. Резко же выраженный гидролиз в соседних с паразитом тканях обеспечивает приток питательных веществ к паразиту и вместе с тем вызывает истощение и постепенное отмирание тканей растения.

Проведенные нами исследования показывают, что в тканях пораженного вилтом хлопчатника действительно резко нарушен обмен веществ, в частности, нарушен обмен углеводов. У пораженных растений, как правило, повышена активность амилазы, пероксидазы и других ферментов. Особенно резко увеличена активность амилазы, в связи с чем идет значительный гидролиз запасного крахмала, отложенного в древесине корня и стебля (см. табл. 1).

Из табл. 1 видно, что у пораженных вилтом растений примерно в 2—3 раза повышена активность амилазы и в 5—10 раз меньше содержание крахмала. В здоровой древесине запас крахмала составляет 5,23—8,36%, а в пораженной всего лишь 0,86—1,04%.

Согласно приведенной выше точке зрения Окниной, столь резкое уменьшение крахмала в пораженной древесине следует отнести за счет

Таблица 1

Активность амилазы и содержание крахмала в древесине стебля у здоровых и пораженных вертициллезом растений хлопчатника сорт «Канаш» (С-460)

Растения	Активность амилазы в мг мальтозы		% крахмала от сухого веса	
	стебли	корни	стебли	корни
Здоровые . . . . .	104	105	5,23	8,36
Слабо пораженные . . . . .	265	276	2,45	4,36
Сильно пораженные . . . . .	291	309	1,04	0,86

увеличения количества амилазы, продуцируемой в ткани растения грибом-паразитом.

Однако полученные нами данные показывают, что увеличение активности фермента в данном случае идет не за счет амилазы гриба, а находится всецело в связи с состоянием коллоидов протоплазмы живых клеток самого растения (см. табл. 2).

Таблица 2

Процент дубильных веществ у здорового и пораженного вилтом хлопчатника сорт «Канаш»

Растения	% дубильных веществ в пересчете на танин		
	в листьях	в древесине стебля	в древесине корня
Здоровые . . . . .	0,92	0,08	0,05
Слабо пораженные . . . . .	1,86	0,39	0,42
Сильно пораженные . . . . .	2,43	0,86	0,97

В тканях пораженного вилтом хлопчатника, как показывают данные табл. 2, значительно увеличивается содержание дубильных веществ. Это накладывает глубокий отпечаток как на внешний вид, так и на внутреннее состояние пораженных растений.

Резкое влияние таннидов на хлопчатник можно легко обнаружить, если срезать совершенно здоровые растения и тут же погрузить их стеблями в слабый раствор (0,02%) таннина или же каких-либо других растворимых в воде дубильных веществ (например, дубильных веществ, полученных из древесины стебля хлопчатника, кунжута, сои и др.). Через некоторое время (примерно через сутки) у таких растений начинают обнаруживаться наиболее характерные признаки вилтового заболевания. Вначале у них на нижних старых листьях появляются небольшие бледные пятна, постепенно увеличивающиеся. Несколько позже такие же пятна появляются и на других, более молодых листьях. Наряду с пятнистостью листьев наблюдается также побурение древесины стебля, причем первоначально буреют, как и в пораженном грибом стебле, лишь стенки проводящих сосудов и прилегающие к ним клетки древесины.

В данном случае по внутреннему состоянию и внешнему виду растения близко напоминают пораженный вилтом хлопчатник. Прежде

всего у них отмечается увеличение в тканях танидов, которые поступили в ткани через стебель из внешнего раствора. Наряду с обогащением тканей танидами, у растений увеличивается активность амилазы и наблюдается гидролиз крахмала (см. табл. 3).

Таблица 3

Содержание танидов и крахмала и активность амилазы у растений, подвергавшихся воздействию 0,02% раствора танина

Число дней выдерж. растен.	Контрольные растения, выдержанные в дистиллированной воде					Опытные растения, выдержанные в 0,02% растворе танина				
	в листьях		в древесине стебля			в листьях		в древесине стебля		
	% танидов	активн. амилазы	% танидов	активн. амилазы	% крахмала	% танидов	активн. амилазы	% танидов	активн. амилазы	% крахмала
1	1,10	146	0,06	102	4,87	1,23	269	0,12	126	4,02
2	1,10	164	0,07	106	4,83	1,50	363	0,18	208	3,78
3	1,15	152	0,05	109	4,80	1,86	452	0,24	221	3,66

Данные табл. 3 характеризуют поступление дубильных веществ, содержание крахмала и активность амилазы у растений, подвергавшихся в течение различного времени воздействию 0,02% раствора танина. По мере обогащения тканей растения танином в них возрастает активность фермента и уменьшается запас крахмала, т. е. наблюдается точно такое же явление, как и у пораженного вилтом хлопчатника.

На основании этих данных можно считать, что нарушение углеводного обмена у пораженного вилтом хлопчатника находится в связи с повышенным накоплением в тканях дубильных веществ. Под действием этих веществ возрастает активность амилазы, что вызывает резкий гидролиз крахмала. Неясным остается лишь механизм активизации амилазы под влиянием танидов. Однако это можно объяснить с точки зрения современного представления о состоянии ферментов в условиях живой клетки.

Согласно развиваемой в настоящее время теории А. И. Опарина и его последователей А. Л. Курсанова, Б. А. Рубина, Н. М. Сисакяна и др., ферменты в живой клетке находятся в двух различных состояниях — в адсорбированном протоплазмой или в растворимом. В первом случае они активируют синтез, а во втором — гидролиз сложных органических веществ. В условиях живой клетки наблюдается довольно легкий переход ферментов из одного состояния в другое, что обычно наблюдается, когда протоплазма клетки претерпевает изменение. Например, всякое изменение адсорбционной способности протоплазмы, вызванное искусственным путем или происшедшее спонтанно при прохождении растением его жизненного цикла, неизменно влечет за собой соответствующие сдвиги ферментативного действия в сторону синтеза или гидролиза.

С точки зрения данной теории можно объяснить, почему дубильные вещества активируют ферменты в условиях живой клетки в сторону гидролиза, а не синтеза, так как действие этих веществ сказывается прежде всего на изменении состояния коллоидов клетки. Под влиянием танидов гидрофильные коллоиды клетки уменьшают адсорбционное свойство и при этом частично отдают в раствор различные связанные с

ними вещества, в том числе и ферменты. В результате перехода ферментов из адсорбированного в растворимое состояние в клетке резко возрастают процессы гидролиза.

Частичная потеря стабильности коллоидов под влиянием дубильных веществ имеет место у пораженных вилтом растений и у растений, подвергавшихся воздействию слабого раствора таннина. Это видно из того, что растертые ткани таких растений почти не связывают добавочную воду, тогда как ткани совершенно нормальных, здоровых растений с водой дают густую коллоидную массу.

В заключение следует отметить, что дубильные вещества оказывают не только положительное, но и отрицательное влияние на активность ферментов. В работе А. И. Опарина и А. Л. Курсанова (2) указывается, что таннины лишают ферменты активного действия, причем ферменты под действием этих веществ не претерпевают каких-либо глубоких изменений, а переходят лишь из растворимого состояния в осадок.

Уменьшение активности амилазы в различных тканях хлопчатника под воздействием дубильных веществ нами наблюдалось лишь в том случае, когда в тканях накапливалось избыточное количество этих веществ и начиналось отмирание тканей. Подобное явление имело место как у пораженных вилтом растений, так и у растений, подвергавшихся воздействию раствора таннина. Избыточное количество таннидов действовало, по видимому, непосредственно не только на коллоиды протоплазмы, но и на ферменты.

Угнетающее действие таннина на активность амилазы хлопчатника сказывается также и в том случае, когда таннин вводится не в растение, а непосредственно в вытяжку фермента, полученную из растертых тканей растения. В этом случае угнетающее действие таннина сказывается очень резко; при увеличении концентрации таннина в вытяжке с 0,02 до 0,10% деятельность фермента была парализована почти полностью.

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
хлопководства

Поступило  
10 XI 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Е. З. Окнина, Тр. Ин-та физиол. растений им. К. А. Тимирязева, 2, в. 1 (1937).  
<sup>2</sup> А. Опарин и А. Курсанов, Biochem Zs., 209, 131 (1929).