

БИОХИМИЯ

К. Л. ПОВОЛОЦКАЯ и Н. И. ЗАЙЦЕВА

**БИОСИНТЕЗ РИБОФЛАВИНА В ПОРАНЕННЫХ РАСТЕНИЯХ**

(Представлено академиком А. И. Опариным 12 I 1951)

В последнее время внимание биохимиков привлечено к тем биохимическим реакциям, которые происходят в растении при ранениях. Работами З. Кармановой <sup>(1)</sup> и К. Л. Поволоцкой <sup>(2)</sup> было показано новообразование аскорбиновой кислоты в измельченных семядолях гороха. С. Д. Львов с сотрудниками <sup>(3)</sup> наблюдал подобное явление в измельченных кусочках луковиц и в листьях аспидистры. С. М. Прокошев <sup>(4)</sup> показал, что в измельченных кусочках картофеля идет интенсивный биосинтез аскорбиновой кислоты и новообразование белка. С. Костычев <sup>(5)</sup> и позднее Эппельман и Браун <sup>(6)</sup> наблюдали изменение характера дыхания при раневых реакциях.

На основании приведенных литературных данных можно было прийти к выводу, что ранение растения ведет к повышению энергии окислительных и синтетических процессов и, следовательно, активности всех участвующих в них ферментных систем. Так как рибофлавин является очень важным участником окислительных процессов, можно было предполагать, что при ранении должно происходить повышенное его образование.

Содержание рибофлавина сопоставлялось нами с биосинтезом тиамина, аскорбиновой кислоты и с энергией дыхания. Кроме того, нас интересовал вопрос, чем объясняется различная способность разных тканей к образованию аскорбиновой кислоты при ранениях. Поэтому мы использовали для работы различные ткани растений.

**Экспериментальная часть**

Объектами исследования являлись семядоли гороха, клубни картофеля, лист и кочерыжка капусты, листья овса и листья бегонии. Определение рибофлавина проводилось флуорометрическим методом, определение аскорбиновой кислоты — титрованием кислотных вытяжек с 2,6-дихлорфенолиндофенолом, тиамин — по флуорометрическому методу, дыхание — по методу Варбурга. После измельчения растения выдерживались разные сроки в темноте при комнатной температуре.

В табл. 1 представлены результаты опытов с измельченными семядолями гороха.

Из табл. 1 видно, что в семядолях гороха идет новообразование рибофлавина, причем его количество через 3 дня возрастает примерно в 2,5 раза по сравнению с цельными растениями, находящимися в тех же условиях.

Опыты с картофелем проводились на сорте Лорх урожая 1948 г. Вначале мы определили содержание рибофлавина на третьи сутки в крупно нарезанном картофеле и получили следующие данные (в  $\gamma$  на 1 г сухого вещества): наружный слой 2,68, средний слой 1,68, внут-

Биосинтез рибофлавина в измельченных семядолях гороха при инкубировании (в  $\gamma$  на 1 г сух. в-ва)

Измельчение семядолей	1-й опыт				2-й опыт				Среднее из двух опытов
	Дни опыта			% от цельно-го в конце опыта	Дни опыта			% от цельно-го в конце опыта	
	1	2	3		1	2	3		
Цельные горошины (контроль) . . . . .	1,44	1,58	1,69	100	2,55	2,63	2,84	100	100
Половинки . . . . .	—	—	—	—	2,20	2,41	2,63	92	98
Четвертушки . . . . .	2,40	2,61	2,76	163	3,26	3,58	3,72	130	146
Восьмушки . . . . .	2,42	4,36	4,49	265	2,70	4,01	5,40	190	227
Мелко нарезанные . . . .	2,96	4,77	4,88	288	3,91	5,16	6,07	213	250

Таблица 2

Изменение содержания свободного и связанного рибофлавина в семядолях гороха при инкубировании (в  $\gamma$  на 1 г сух. в-ва)

Измельчение семядолей	Общий			Свободный			Связанный		
	Д н и о п ы т а								
	2	3	6	2	3	6	2	3	6
Цельные горошины (контроль) . . . . .	3,92	4,11	13,12	1,43	1,84	4,66	1,49	2,68	8,46
Половинки . . . . .	5,13	5,22	13,63	2,18	2,14	9,51	2,95	3,08	4,12
Четвертушки . . . . .	5,78	6,12	13,23	2,13	3,14	9,85	3,65	2,98	3,38
Восьмушки . . . . .	6,90	8,25	18,00	3,50	4,50	10,73	3,40	3,75	7,27

ренний слой 1,03, исходный 0,93. Отсюда следует, что основной биосинтез идет на самой поверхности среза. Все дальнейшие опыты проводились с мелко нарезанным картофелем.

Таблица 3

Изменение содержания свободного и связанного рибофлавина в мелко нарезанном картофеле при инкубировании (в  $\gamma$  на 1 г сух. в-ва)

Время после измельчения в днях	Общий	Свободный	Связанный
Исходный . .	1,65	0,40	1,25
1 . .	1,82	0,73	1,08
2 . .	2,68	1,55	1,13
3 . .	4,56	3,94	0,62

нарезанных же кусочках на третьи сутки большая часть рибофлавина находится в свободной форме, а на связанную с белком форму приходится лишь 14 %.

В последующей серии опытов было одновременно прослежено за образованием рибофлавина, тиамина, аскорбиновой кислоты, а также за

энергией дыхания. Опыты проводились в темноте и на свету. В табл. 4 приведены результаты этих опытов с семядолями гороха, а в табл. 5— со срезами картофеля.

Таблица 4

Содержание рибофлавина, тиамина, аскорбиновой кислоты и энергия дыхания в измельченных семядолях гороха на шестые сутки после измельчения\* (среднее из 3 опытов)

Измельчение семядолей	В темноте			На свету		
	аскорбин. к-та	рибо- флавин	тиамин	аскорбин. к-та	рибо- флавин	тиамин
Цельные горошины (контроль) . . . . .	41,04	2,17	17,42	44,0	1,70	25,16
Половинки . . . . .	42,80	3,15	18,94	44,8	2,34	27,70
Четвертушки . . . . .	61,97	5,16	22,21	64,6	4,94	31,30
Восьмушки . . . . .	43,9	4,06	26,41	75,61	4,72	28,67

\* Содержание веществ как здесь, так и в дальнейших таблицах приведено в следующих величинах: рибофлавина и тиамина — в  $\gamma$  на 1 г сухого вещества, аскорбиновой кислоты — в мг на 100 г сухого вещества, дыхания — в мм<sup>3</sup> О<sub>2</sub>, поглощенного 1 г сухого вещества за 10 мин.

Таблица 5

Содержание рибофлавина, тиамина, аскорбиновой кислоты и энергия дыхания в мелко нарезанных клубнях картофеля при инкубировании (среднее из 2 сортов)

Время после измельчения в днях	В темноте				На свету			
	аскорбин. к-та	рибофла- вин	тиамин	дыхание	аскорбин. к-та	рибофла- вин	тиамин	дыхание
Исходный . . . . .	29,8	1,02	9,35	32,2	29,8	1,02	9,35	32,2
1 . . . . .	38,6	1,49	9,81	50,0	32,5	1,35	6,64	57,4
2 . . . . .	60,1	2,20	8,32	74,9	58,8	2,08	6,02	83,2
4 . . . . .	87,1	3,98	7,01	90,5	79,4	3,46	5,67	101,8

Полученные данные показывают, что биосинтез рибофлавина в измельченных семядолях в клубнях картофеля идет параллельно с биосинтезом аскорбиновой кислоты и энергией дыхания. В то же время содержание тиамина уменьшается у картофеля и незначительно возрастает у гороха, и притом не всегда параллельно с возрастом рибофлавина и аскорбиновой кислоты. Опыты показывают также, что свет не оказывает большого влияния на биосинтез рибофлавина или аскорбиновой кислоты.

Дальнейшие опыты были проведены с листьями овса и бегонии. В табл. 6 приведены полученные средние данные.

Из данных табл. 6 видно, что содержание рибофлавина и аскорбиновой кислоты по мере инкубирования уменьшается.

Полученные нами результаты позволяют подтвердить биохимическими данными положение Т. Д. Лысенко о разнокачественности тканей растений. Для дальнейшей проверки этого предположения мы провели опыты с листьями и кочерыжкой капусты (см. табл. 7).

Таблица 6

Изменение содержания рибофлавина и аскорбиновой кислоты в измельченных листьях овса и бегонии при инкубировании (среднее из 3 опытов)

Время после измельчения в днях	Листья овса		Листья бегонии	
	рибофлавин	аскорбин. к-та	рибофлавин	аскорбин. к-та
Исходный . . . . .	25,4	675,6	90,7	912,4
1 . . . . .	23,4	473,4	59,5	595,3
2 . . . . .	16,0	463,9	52,6	424,8
3 . . . . .	15,3	375,0	—	—

Опыты с капустой подтвердили наше предположение: в измельченных листьях капусты идет разрушение как аскорбиновой кислоты, так и рибофлавина, в мелких же кусочках кочерыжки идет энергичное ново-

Таблица 7

Содержание рибофлавина и аскорбиновой кислоты в измельченных листьях и кочерыжке капусты при инкубировании (в γ на 1 г сух. в-ва)

Время после измельчения в днях	Лист		Кочерыжка	
	рибофлавин	аскорбин. к-та	рибофлавин	аскорбин. к-та
Исходный . . . . .	4,18	398,2	2,27	321,9
1 . . . . .	3,27	372,3	3,93	358,1
2 . . . . .	2,26	353,4	7,00	580,0
3 . . . . .	0,62	341,8	11,50	600,0

образование этих веществ. Таким образом, способность к раневому биосинтезу присуща далеко не всем растительным тканям, а лишь тем, которые входят в состав органов, способных к вегетативному размножению.

Всесоюзный научно-исследовательский  
витаминный институт

Поступило  
18 XII 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> З. Карманова, Тр. Витаминн. ин-та, 1, 118 (1936). <sup>2</sup> К. Л. Поволоцкая, Сборн. Проблема витаминов, 2, 20, 1937. <sup>3</sup> С. Д. Львов, Г. Гудевич и А. Пантелева, Уч. зап. ЛГУ, сер. биол. наук, 15, 151 (1945). <sup>4</sup> С. М. Прокошев, Биохимия, 9, 36 (1944); С. М. Прокошев и Е. И. Данчева, Биохимия, 11, 481 (1946); 12, 356 (1947). <sup>5</sup> С. Костычев, Pflanzenatmung, Berlin, 1924. <sup>6</sup> C. Appleman and R. Brown, Am. Journ. Bot., 33, 170 (1946).