

Е. И. ПЕТРОЧЕНКО

АСКОРБИНОВАЯ И ЛИМОННАЯ КИСЛОТЫ В ЛИСТЬЯХ КАРТОФЕЛЯ

(Представлено академиком А. И. Опариным 27 I 1949)

Большое значение картофеля как источника антискорбутного витамина (¹) вызвало появление многих исследований, касающихся изменчивости содержания витамина С в клубнях. Однако надземная часть картофельного растения в биохимическом отношении исследована очень мало. Становится все более очевидной необходимость выяснения характера сложных физиолого-химических отношений, существующих между отдельными органами растения. Применительно к картофелю, биохимия клубней которого изучена достаточно подробно, необходимо изучить основные физиолого-химические процессы в листьях и установить связь этих процессов с накоплением и превращением веществ в растущих клубнях, с их сортовыми особенностями.

Руководствуясь этим, мы предприняли исследование изменения содержания аскорбиновой и лимонной кислот в листьях различных ярусов картофельного растения и суточных изменений содержания этих веществ в листьях одного яруса. По имеющимся литературным данным, содержание витамина С в листьях травянистых растений возрастает от нижних к верхним ярусам (²). В кустарниковом растении (шиповнике) содержание витамина С в листьях зависит от фазы развития растения: весной наблюдается понижение содержания аскорбиновой кислоты от нижних листьев к верхним, осенью, наоборот, повышение (³). Имеющиеся в литературе данные о суточной изменчивости содержания витамина С в листьях противоречивы. С одной стороны, указывается на повышение содержания витамина С в дневные или утренние часы и понижение его в вечерние или ночные (³⁻⁵). С другой, констатируется факт несущественного и незакономерного изменения содержания аскорбиновой кислоты в течение суток и, в противоположность этому, отчетливая закономерность изменения содержания лимонной и яблочной кислот с максимумом в утренние часы и минимумом в вечерние часы суток (⁶).

В нашей работе восстановленная форма аскорбиновой кислоты определялась титрованием метафосфорнокислых экстрактов ткани раствором реактива Тильманса, общая аскорбиновая кислота титровалась после восстановления экстрактов сероводородом в присутствии ртутных солей.

Для определения лимонной кислоты из высушенного материала получалась эфирная «фракция органических кислот» (⁷), которая анализировалась затем пентабромацетоновым методом (⁸). Исследования по изменчивости содержания аскорбиновой и лимонной кислот в листьях по ярусам картофельного растения проводились на сортах Лорх и

Вольтман. Из анализов исключались желтеющие отмирающие листья самого нижнего яруса, а также недостаточно развернувшиеся листья верхнего яруса. Бралась в анализ вполне здоровые и развитые листья трех ярусов — нижнего, среднего и верхнего.

Полученные данные о распределении аскорбиновой кислоты в листьях разных ярусов картофельного растения приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Распределение общей аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот по ярусам картофельного растения
(мг % аскорбиновой кислоты на сырой вес листьев)

Сорт	Дата исследования	Нижний ярус		Средний ярус		Верхний ярус	
		общая аскорбиновая к-та	дегидроаскорб. к-та в % к общей	общая аскорбиновая к-та	дегидроаскорб. к-та в % к общей	общая аскорбиновая к-та	дегидроаскорб. к-та в % к общей
Лорх	14 VIII	133,9	24,6	164,2	12,8	176,0	9,2
Вольтман	31 VIII	77,8	9,3	120,7	5,7	124,7	5,1

Таблица 2

Распределение общей аскорбиновой кислоты по ярусам картофельного растения
(мг % аскорбиновой кислоты на сухое вещество листьев)

Сорт	Дата исследования	Нижний ярус	Средний ярус	Верхний ярус
Лорх	14 VIII	977,5	1019,6	977,9
Вольтман	31 VIII	477,0	693,6	848,6

Как видно из табл. 1 и 2, содержание общей аскорбиновой кислоты в листьях картофеля закономерно нарастает от нижних листьев к верхним, причем разница в содержании витамина С между средним и нижним ярусами значительно больше разницы между верхним и средним ярусами листьев.

Интерес представляет обнаруженный нами факт возрастания процента дегидроаскорбиновой кислоты от общего витамина С при переходе от верхних ярусов листьев к нижним. Таким образом, старение листьев картофельного растения сопровождается не только снижением общего содержания витамина С, что было установлено рядом авторов и на других растениях, но и сдвигом равновесия между окисленной и восстановленной формами витамина С в сторону все большего нарастания окисленной формы.

Поэтому сдвиг равновесия между окисленной и восстановленной формами аскорбиновой кислоты может служить характерным физиолого-химическим признаком в оценке возрастного состояния растительных тканей.

Определение лимонной кислоты по ярусам картофельного растения дало следующие результаты (табл. 3).

Как видно из табл. 3, содержание лимонной кислоты в листьях различных ярусов практически одинаково.

Во второй половине августа были исследованы изменения содержания аскорбиновой и лимонной кислот в различные периоды суток. Полученные данные выражены кривыми на рис. 1, где аскорбиновая кис-

Таблица 3

Содержание лимонной кислоты по ярусам картофельного растения сорта Вольтман

Ярус листьев	мг % лимонной к-ты на сырое вещество	% лимонной к-ты на абс. сухой вес
Нижний	190,9	1,17
Средний	207,3	1,17
Верхний	196,0	1,27

лота представляет сумму аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот. Из анализа данных рис. 1 видно, что содержание витамина С в листьях в течение суток испытывает некоторое изменение с максимумом в утренние часы и минимумом в 10 час. вечера.

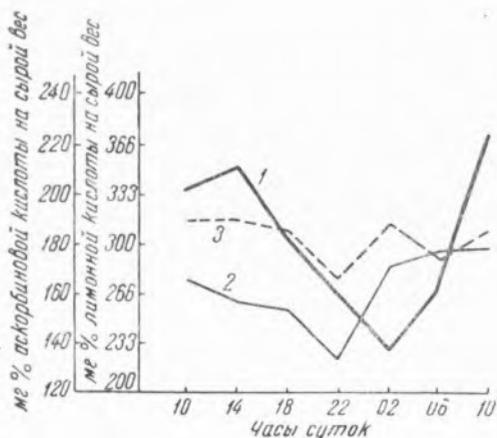


Рис. 1. Содержание аскорбиновой и лимонной кислот в течение суток в листьях среднего яруса картофельного растения. Сорт Вольтман: 1 — лимонная к-та, 2 — аскорбиновая к-та; сорт Лорх: 3 — аскорбиновая к-та

Для листьев сорта Вольтман разница между максимумом и минимумом содержания витамина С в различные периоды суток составляет 15% от среднего содержания, для листьев сорта Лорх эта разница составляет 28% от среднего содержания за все периоды суток.

Отношение между восстановленной и окисленной формами аскорбиновой кислоты в течение суток практически остается постоянным, а именно, для листьев сорта Вольтман 5,5—7,8% и для листьев Лорх 16,6—18,1% дегидроаскорбиновой кислоты от общего содержания витамина С.

Гораздо более четкую закономерность обнаруживает в этом отношении содержание лимонной кислоты. В утренние часы наблюдается

ее максимальное содержание. Далее, в течение суток количество ее падает до минимума в 2 часа ночи, после чего опять возрастает до исходного уровня к утру следующего дня.

Разница между максимумом и минимумом содержания лимонной кислоты в листьях в различные периоды суток составляет 49% от среднего содержания. Закономерная суточная периодичность содержания лимонной кислоты в листьях картофеля представляет несомненный физиологический интерес, хотя причина ее еще недостаточно ясна. Можно допустить, что снижение содержания лимонной кислоты в вечерние и ночные часы суток определяется интенсивностью дыхания, осуществляемого через цикл органических кислот (в том числе и лимонной кислоты), трата которых на дыхание не компенсируется новообразованием сахаров при отсутствии фотосинтеза.

Таким образом, ярусная изменчивость содержания аскорбиновой кислоты в листьях картофеля достаточно четко выражена: находясь в меньшем количестве в нижних ярусах, витамин С значительно возрастает при переходе к верхним ярусам листьев. Количество же лимонной кислоты остается практически одинаковым во всех трех ярусах листьев.

Обратная картина наблюдается в отношении суточной периодичности: содержание лимонной кислоты показывает вполне определенную закономерность, находясь в максимуме в утренние часы и снижаясь до минимума в ночные. Содержание аскорбиновой кислоты претерпевает сравнительно небольшую изменчивость, с тенденцией возрастания в утренние часы и снижения к ночи.

Институт биохимии им. А. Н. Баха
Академии наук СССР

Поступило
23 I 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. М. Прокошев, Биохимия картофеля, М.—Л., 1947. ² С. Д. Львов, Г. К. Гуцевич и А. Пантелеев, Уч. зап. ЛГУ, сер. биол. наук, 15, 151 (1945). ³ Ф. Я. Механик, Диссертация, 1946. ⁴ Т. Н. Кузнецова-Зарудная, Пробл. витаминов, 2, 57 (1937). ⁵ В. А. Благовешенский, Бюлл. эксп. биол. и мед., 3, 252 (1937). ⁶ S. P. Sideris, H. I. Joung and H. H. Chun, Plant Physiol., 23, (1), 38 (1948). ⁷ G. Pucher, H. Vickery and A. Wakeman, Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 6, 140 (1934). ⁸ G. Pucher, C. Sherman and H. Vickery, J. Biol. Chem., 113, 235 (1936).