

УДК 581.2+577.15/.17

БИОХИМИЯ

Н. П. КОРАБЛЕВА, Э. В. МОРОЗОВА, Л. В. МЕТЛИЦКИЙ

# УЧАСТИЕ ИНГИБИТОРОВ РОСТА ФЕНОЛЬНОЙ ПРИРОДЫ В РЕГУЛЯЦИИ ПОКОЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ И ИХ УСТОЙЧИВОСТИ К PHUTOPHTHORA INFESTANS

(Представлено академиком А. И. Опарным 8 VI 1973)

Ранее нами было высказано предположение <sup>(1)</sup>, а впоследствии экспериментально доказано <sup>(2)</sup>, что фенольные ингибиторы роста используются растением как для защиты от паразитов, так и от преждевременного прорастания. На клубнях картофеля, отличающихся по длительности периода покоя и по устойчивости к *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, было найдено, что наибольшее количество фенольных веществ, особенно эфирной фракции, обнаруживается в тканях во время глубокого покоя.

В это же время клубни более устойчивы к поражению *Ph. infestans*. Биологические испытания показали, что среди фенольных соединений, извлекаемых из тканей клубней, только кофейная кислота и скополетин оказывают специфическое действие на рост растений и одновременно оказывают ингибирующее действие на рост фитопатогенных микроорганизмов.

Необходимо было определить количественно изменение содержания кофейной кислоты и скополетина в клубнях, находящихся в различном физиологическом состоянии и после их заражения *Ph. infestans*.

Фенольные вещества из различных тканей клубней извлекали последовательно диэтиловым эфиром и этанолом, разделяли в тонком слое силикагеля на пластинках «Sflulofol» и после элюции с пластинок количество кофейной кислоты и скополетина определяли спектрофотометрически.

Было найдено (рис. 1), что содержание кофейной кислоты и скополетина, извлекаемых диэтиловым эфиром, наи-

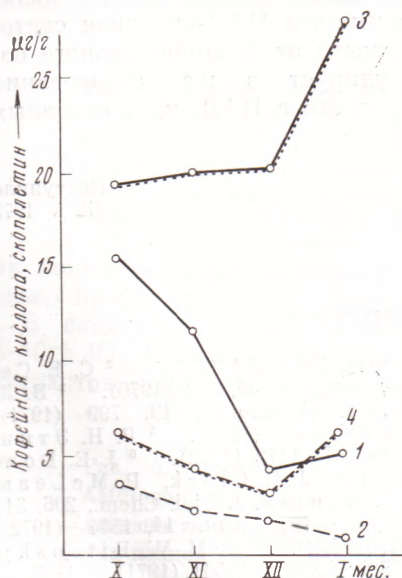


Рис. 1. Содержание кофейной кислоты (1, 3) и скополетина (2, 4) в клубне картофеля сорта Прикульский. 1, 2 — эфирный экстракт, 3, 4 — спиртовой экстракт

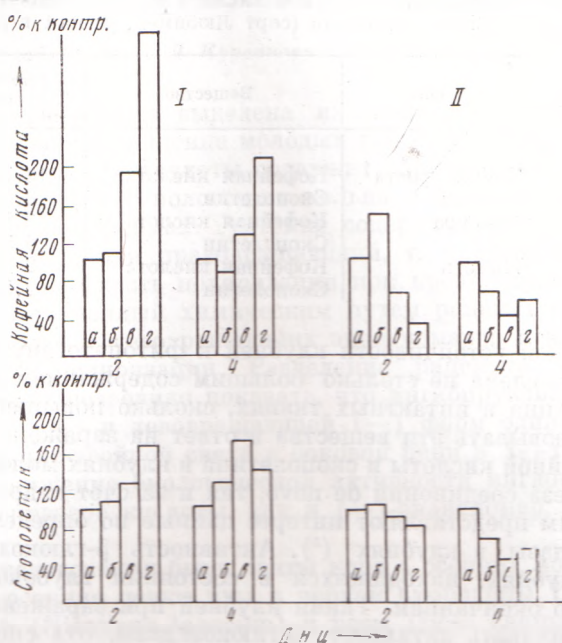
более высокое в тот период, когда клубни находятся в глубоком покое (сентябрь — октябрь). По мере выхода из покоя содержание этих веществ падает. Минимальное количество исследуемых соединений наблюдается в декабре — январе, когда клубни вышли из глубокого покоя и находятся в состоянии вынужденного покоя. Кислотный гидролиз эфирного экстракта показал, что эфиром извлекаются свободные кофейная кислота и скополетин. Горячий этанол извлекает из тканей дополнительные количества скополетина и, особенно, кофейной кислоты. Однако содержание этих веществ в этанольной фракции менее четко коррелирует с изменением фи-

виологического состояния. После кислотного гидролиза спиртового экстракта отмечается некоторое увеличение количества скополетина, что свидетельствует о наличии в экстракте скополетина в виде глюкозида — скополина.

Кофейная кислота и скополетин по-разному локализованы в тканях клубней (табл. 1).

Во время глубокого покоя наибольшее содержание кофейной кислоты и скополетина обнаружено в точках роста, несколько меньшее — в кожуре и намного ниже их содержание в мякоти. К моменту окончания глубокого покоя содержание кофейной кислоты и скополетина понижено во всех

Рис. 2. Содержание кофейной кислоты в кожуре клубней сорта Янтарный при заражении фитопатогенами. I — октябрь, II — январь. а — контроль, б — заражение несовместимой расой *Ph. infestans*, в — совместимой расой *Ph. infestans*, г — заражение *Botrytis* sp.



тканях. При исследовании их биологической активности было показано, что определяющим для прорастания глазков является содержание кофейной кислоты и скополетина в кожуре (2).

Во время глубокого покоя клубни картофеля обладают повышенной устойчивостью к заражению грибом *Ph. infestans* (3). При выходе из покоя сопротивляемость тканей к фитопатогену резко падает:

	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Число конидий <i>Ph. infestans</i> на единицу зараженной поверхности клубня $M \pm \Delta$			
глубокий покой (октябрь)	$10 \pm 6$	0	$7 \pm 4$
выход из покоя (декабрь)	$304 \pm 32$	$250 \pm 287$	$55 \pm 45$

О повышенной устойчивости тканей клубня в покое можно судить также по скорости продвижения гриба по клубню при заражении целого клубня в апикальной части. При этом у клубней, находящихся в глубоком покое, гриб доходит до середины клубня за 8 дней, а у вышедших из покоя — за 4 дня. При внесении конидий *Ph. infestans* в разрез на апикальной части клубня реакция тканей на заражение отмечается по всему клубню. В частности, это выражается в изменении содержания кофейной кислоты и скополетина в кожуре, снятой со средней части зараженного клубня (рис. 2). Найдено, что при заражении клубней, находящихся в глубоком покое, резко возрастает содержание кофейной кислоты и скополетина на 2 и 4 день после заражения и особенно в ответ на совместимую расу *Ph. infestans* и гриб *Botrytis* sp. Ткани клубней, вышедших из состояния глубокого покоя, образуют в ответ на заражение кофейную кисло-

ту и скополетин в более низких количествах (рис. 2), чем ткани покоящихся клубней.

Известно, что фенольные соединения, и в частности кофейная кислота и скополетин, обладают фунгитоксическим действием. Правда, в той концентрации, в которой эти вещества извлекаются из тканей клубней диэтиловым эфиром, они обладают относительно низкой фунгитоксичностью (4). Представляется поэтому вполне вероятным, что одна из причин более

Таблица 1

Содержание кофейной кислоты и скополетина в различных тканях клубней картофеля (сорт Любимец,  $\mu\text{г}$  на 1 г сырого веса,  $M \pm \Delta$ )

Ткань	Вещество	Глубокий покой	Окончание покоя
Точки роста (глазки)	Кофейная кислота	18,7 $\pm$ 4,8	2,8 $\pm$ 0,64
	Скополетин	8,5 $\pm$ 2,4	1,6 $\pm$ 0,3
	Кофейная кислота	12,5 $\pm$ 1,8	3,7 $\pm$ 0,5
Кожура	Скополетин	6,5 $\pm$ 1,4	1,7 $\pm$ 0,2
	Кофейная кислота	2,3 $\pm$ 2,1	0,7 $\pm$ 0,3
	Скополетин	2,8 $\pm$ 1,5	1,5 $\pm$ 0,2

высокой устойчивости клубней к фитопатогену во время глубокого покоя обусловлена не столько большим содержанием кофейной кислоты и скополетина в интактных тканях, сколько повышенной способностью тканей образовывать эти вещества в ответ на заражение. Повышение количества кофейной кислоты и скополетина в клубнях может происходить как за счет синтеза соединений *de novo*, так и за счет гидролиза гликозидов. В связи с этим представляют интерес данные по определению активности  $\beta$ -глюкозидазы в клубнях (5). Активность  $\beta$ -глюкозидазы наиболее высокая в клубнях, находящихся в состоянии глубокого покоя, и понижается с его окончанием. Ткани клубней при заражении *Ph. infestans* способны увеличивать активность  $\beta$ -глюкозидазы. Эта способность более выражена у покоящихся клубней и понижена при выходе их из покоя.

Таким образом, количественные определения содержания кофейной кислоты и скополетина показали, что оба эти соединения принимают участие как в регуляции покоя клубней, так и в защитных реакциях против фитопатогенных микроорганизмов.

Одним из возможных механизмов действия кофейной кислоты и скополетина на рост меристем клубня может быть влияние на синтез нуклеиновых кислот. Так, кофейная кислота и скополетин, выделенный из клубней, подавляют синтез всех фракций нуклеиновых кислот в точках роста клубней, вышедших из состояния покоя. Скополетин заметно подавляет биосинтез тРНК, а кофейная кислота — рРНК (6). Оба соединения подавляют включение меченого предшественника во фракцию высокомолекулярных РНК, содержащих информационную РНК.

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

Поступило  
29 V 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Л. В. Метлицкий, Н. П. Кораблева, Биохимия покоя запасющих органов растений, «Наука», 1965.
- 2 Л. В. Метлицкий, Н. П. Кораблева и др., Биохимия иммунитета и покоя растений, «Наука», 1969.
- 3 Т. А. Барская, Н. П. Кораблева и др., Иммунитет и покой растений, «Наука», 1972.
- 4 О. Л. Озерцовская, Н. И. Васюкова, М. А. Давыдова, Прикладная биохимия и микробиология, 4, № 6 (1968).
- 5 Н. П. Кораблева, Л. В. Попова, Э. В. Морозова, Сборн. Иммунитет и покой растений, «Наука» (1972).
- 6 Н. П. Кораблева, Э. П. Ладыженская и др., ДАН, 200, № 3 (1971).