

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

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

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

Ранее нами было высказано предположение ⁽¹⁾, а впоследствии экспериментально доказано ⁽²⁾, 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 «Sflufol» 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-

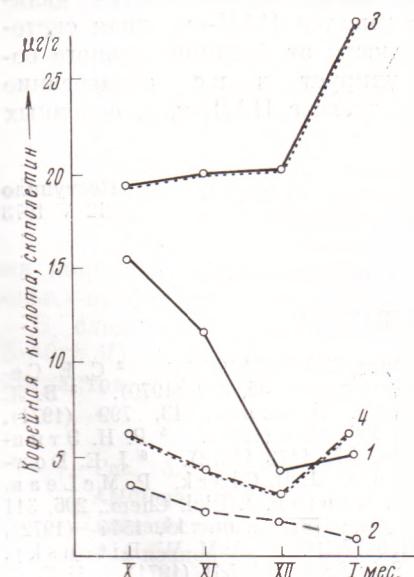


Рис. 1. Содержание кофейной кислоты (1, 3) и скополетина (2, 4) в кожуре картофеля сорта Приекульский. 1, 2 — эфирный экстракт, 3, 4 — спиртовой экстракт

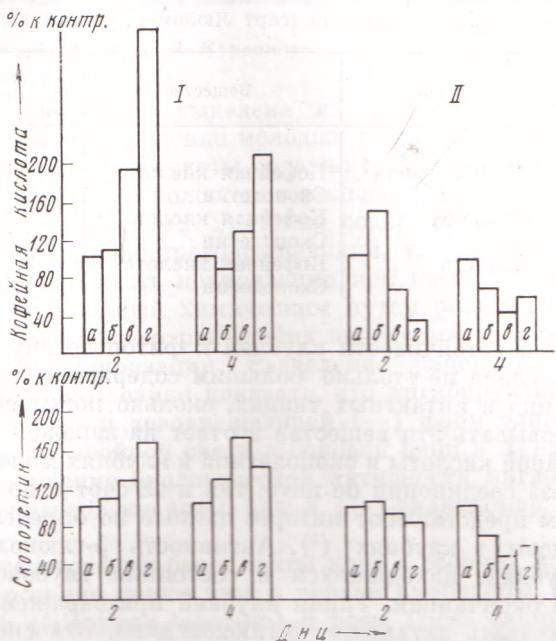
более высокое в тот период, когда клубни находятся в глубоком покое (сентябрь — октябрь). По мере выхода из покоя содержание этих веществ падает. Минимальное количество исследуемых соединений наблюдается в декабре — январе, когда клубни вышли из глубокого покоя и находятся в состоянии вынужденного покоя. 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-

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

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

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

Рис. 2. Содержание кофеинной 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 кофеинной 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 ± 6	0	7 ± 4
выход из покоя (декабрь)	304 ± 32	250 ± 287	55 ± 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 кофеинной 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 кофеинной кислоты и скополетина на 2 и 4 день после заражения и особенно в ответ на совместную расу *Ph. infestans* и гриб *Botrytis sp.* Ткани клубней, вышедших из состояния глубокого покоя, образуют в ответ на заражение кофеинную 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 дистилловым 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, мг 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	$8,5 \pm 2,4$	$1,6 \pm 0,3$
Кожура	Кофейная кислота	$12,5 \pm 1,8$	$3,7 \pm 0,5$
	Скополетин	$6,5 \pm 1,4$	$1,7 \pm 0,2$
Мякоть	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 глюкозидов. В связи с этим представляют интерес данные по определению активности β -глюкозидазы в клубнях⁽⁵⁾. Активность β -глюкозидазы наиболее высокая в клубнях, находящихся в состоянии глубокого покоя, и понижается с его окончанием. Ткани клубней при заражении *Ph. infestans* способны увеличивать активность β -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 микрорганизмов.

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 — пРНК⁽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 запасающих 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. Озерецковская, Н. И. Васюкова, М. А. Давыдова, Прикладная биохимия и микробиология, 4, № 6 (1968). ⁵ Н. П. Кораблева, Л. В. Попова, Э. В. Морозова, Сборник Иммунитет и покой растений, «Наука» (1972). ⁶ Н. П. Кораблева, Э. П. Ладыженская и др., ДАН, 200, № 3 (1971).