

ИММУННЫЙ ОТВЕТ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ В ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ ПРИ ИНФИЦИРОВАНИИ *BIPOLARIS SOROKINIANA* SACC. SHOEM.

Т. Н. Виск, Л. Ф. Кабашникова, Г. Е. Савченко

Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Врожденный иммунитет (РТИ) у растений позволяет реагировать на потенциальные патогены, сводя к минимуму затраты энергии, устойчивое снабжение которой обеспечивает фотосинтез, интегрированный в систему защиты. В ряде случаев РТИ эффективно предотвращает заражение растения инфекциями без каких-либо видимых симптомов поражения. Поэтому актуальна проблема ранней диагностики заражения с учетом особенностей конкретного растительного организма и патогена. При этом обычно измеряют такие показатели состояния фотосинтетического аппарата как количество пигментов и функционирование фотосистемы II (ФС2). Известно, что неотъемлемым компонентом защитной программы растения является рассеивание части энергии возбуждения в виде тепла (нефотохимическое тушение, qN), необходимость в котором особенно велика во всех стрессовых ситуациях, когда скорость повреждения ФС2 превышает скорость ее репарации. Последнее практически не учитывается, в частности, из-за совпадения спектральных характеристик фитольных и бесфитольных пигментов в растворах. Нами было исследовано разрушение основного пигмента, ответственного за флуоресценцию, хлорофилла *a* (Хл *a*), по количеству образующегося при его дефитолизации хлорофиллида (Хд) и изменения qN после заражения растений гельминтоспориозной корневой гнилью, возбуждаемой *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. (*B.S.*).

Исследования проводили на проростках ярового ячменя сорта Рейдер, выращенных в течение разного времени на свету ($120 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$ с фотопериодом 16 ч) или в темноте и зараженных *B.S.* Зеленые растения анализировали через 24 или 48 ч после заражения. Этиолированные проростки через 1 сутки после инокуляции *B.S.* перед анализом освещали 6 или 24 ч. Пигменты извлекали ацетоном, а затем отделяли фитольные (Хл *a*) от бесфитольных переводом первых в гексан. Параметры РАМ-флуориметрии регистрировали с помощью системы «DUAL-PAM 100».

Установлено, что заражение зеленых проростков разного возраста (8–12 дней) не вызывало существенных изменений суммарного содержания фитольных и бесфитольных форм Хл *a*. Содержание мембраносвязанного Хл *a* под влиянием *B.S.* снижалось лишь на 12–15%. При этом при заражении наблюдали значительные изменения содержания Хд, менявшиеся с возрастом (увеличение по сравнению с контролями в 4, 15, 1,8 и 1,3 раза в 8-, 9-, 11- и 12-дневных проростках, соответственно). В зеленеющих 6 ч деэтиолированных листьях преобладал Хд *a* (указание на синтез Хл *a*), а сумма фитольных и бесфитольных пигментов при заражении не менялась. После 24 ч зеленения уже преобладала фитольная форма, содержание которой мало изменялось при заражении. При этом в зеленеющих деэтиолированных проростках, содержащих гораздо меньше хлорофилла (от 30 до 250 мкг/г св. веса после 6 и 24 ч освещения), чем в контрольных зеленых растениях (600–1200 мкг/г), величина qN оставалась близкой к наблюдаемой в зеленых и достоверно не менялась при грибном инфицировании.

Таким образом, в долгосрочной программе защиты от патогена в зеленых растениях ячменя, выращенных при невысокой интенсивности освещения, не выяв-

лено снижение потока энергии возбуждения путем qN и слабо менялось общее содержание хлорофилловых пигментов. При этом синтезировались защитные белки хитиназа и глюканаза, активизировались ферменты антиоксидантной защиты, но поддерживалось повышенное содержание АФК, возможно, вследствие увеличенного содержания Хд. Полученные результаты являются основой для дальнейшего выяснения механизмов регуляции иммунного ответа в проростках ячменя при патогенезе.