

## ЗАПРОГРАММИРОВАННАЯ ГИБЕЛЬ КЛЕТОК У РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ: СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ

Вересов В.Г.

Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь;  
veresov@ibp.org.by

В то время как сигнальные пути запрограммированной гибели клеток (ЗГК) у животных достаточно хорошо охарактеризованы, относительно мало известно о молекулярных механизмах ЗГК у растений. ЗГК у растений была впервые обнаружена Ламом с сотр. в 1995 г (Mittler et al, Plant Cell 1995; 7: 29–42).. Несмотря на то, что лишь незначительное число белков и белковых доменов эволюционно сохраняются и используются при ЗГК всех эукариотических форм, имеет место значительное сходство между характерными морфологическими признаками ЗГК у растений и животных. В частности, общими морфологическими признаками являются фрагментация ДНК и дезорганизация ядер. Ряд данных указывает также на сходство молекулярных механизмов. Было показано, что трансгенная экспрессия про- и анти-апоптотических белков млекопитающих в растениях оказывает существенное воздействие на ЗГК у растений, что позволило предположить существование функциональных двойников этих белков у растений. Хотя при сканировании генома *Arabidopsis thaliana* двойники основных апоптотических белков млекопитающих не были обнаружены, были идентифицированы каспазо-подобные белки, а также умеренно эволюционно сохраняемый ингибитор 1 белка Вах (В1-1), что позволило предположить наличие сходства в механизмах ЗГК у животных и растений. Недавно были охарактеризованы протеазы, ассоциированные с ЗГК у растений, и было продемонстрировано их участие в гиперчувствительном ответе (ГЧО). Гетерологическая экспрессия белка р35 бакуловируса, являющегося специфическим ингибитором каспаз, приводила к подавлению ЗГК в томатах, что также свидетельствует в пользу участия каспаз в осуществлении ЗГК у растений. Несмотря на косвенные данные, свидетельствующие в пользу существования каспаз у растений, их не удавалось в течение продолжительного времени идентифицировать и лишь в 2004 г. был обнаружен вакуолярный процессирующий фермент (VPE), обладающий каспаза-1-активностью и играющий центральную роль в ГЧО-форме ЗГК (Hatsugai et al, 2004). Несколько позднее были получены прямые доказательства участия VPE в ЗГК у растений (Naga-Nashimura et al, 2005; Lam et al, 2005). Сканирование *in silico* генома *Arabidopsis thaliana* позволило установить 9 эволюционно удаленных генов с предположительной прокаспазной активностью, однако их функциональность и специфичность до настоящего времени мало изучены. Следует также отметить, что хотя было показано, что экспрессия проапоптотического белка Вах млекопитающих в клетках листьев томатов запускало ЗГК (Quiao et al, 2002), белки, гомологичные белкам семейства Bcl-2, в геноме Арабидопсиса выявлены не были.