

В условиях засоления содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях было выше значений аналогичных вариантов пресного фона. Мы связываем это с генетически обусловленной устойчивостью ячменя к слабому засолению почвы (которое по условиям эксперимента было до этапа кущения). Являясь пластичной культурой растения ячменя легко приспособляются к засолению почвы. Засоление вызвало снижение доли хлорофилла в ССК и увеличение доли желтых пигментов. Для всех вариантов эти значения были одинаковы (56 % ССК и 3,3 отношение хлорофилл/каротиноиды).

На этапе кущения возрастает концентрация общего белка у растений облученных вариантов по сравнению с необлученными, и у растений, произрастающих в условиях засоления, по отношению к растениям, растущим в нормальных условиях. Увеличение содержания белка в вариантах происходило за счет доли глиадинов. В условиях засоления это увеличение было наиболее значительным. Необходимо отметить, что засоление влияет на состав белка. У растений, произрастающих на солевом субстрате, уменьшается количество глобулинов и глиадинов.

Увеличение уровня засоления с этапа кущения и длительность воздействия фактора привели к снижению содержания фотосинтетических пигментов и увеличению доли желтых пигментов на этапе цветения. Отношение хлорофилл/каротиноиды уменьшилось до значений 2,3–2,5.

Стресс-фактор оказал угнетающее действие на содержание общего белка в листьях растений. Изменился качественный состав белка. Резко снизилось содержание альбуминов и глютеинов. В условиях пресного фона доля этих белков составила около 15 %, в условиях засоления у необлученного варианта и варианта облучения 2,5 Гр она снизилась до 5,1–5,7 %, у варианта облучения 5,0 Гр – до 9,5 % от общего количества белка.

Важным показателем эффективности фотосинтетического аппарата является продуктивность растений. Как видно из таблицы 1 облучение способствовало увеличению общей продуктивности растений. В условиях пресного фона в большей степени эффект облучения отразился на зерновой продуктивности и качестве зерна и в меньшей на накоплении вегетативной массы. Солевой стресс оказал отрицательное действие на продуктивность растений во всех вариантах. Однако, положительный эффект облучения в этих условиях сохранился по показателям: накопление вегетативной массы и массе зерна.

Таким образом, предпосевное облучение семян в дозах 2,5 и 5,0 Гр оказывает стимулирующее действие на рост и развитие растений. Засоление вызывает уменьшение содержания пигментов, активности фотосистем и продуктивности растений. При сочетанном действии факторов наблюдается компенсация их влияния. При этом, засоление хотя и является определяющим фактором угнетения развития растений, эффект положительного действия облучения не компенсируется полностью.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ПЕРОКСИДАЗЫ В СИСТЕМЕ БИОТРАНСФОРМАЦИИ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ (ПАУ)

И.А. Шобанова, О.Н. Кашенюк

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь
cbg@it.org.by*

В общем комплексе исследований, связанных с проблемой загрязнения окружающей среды, важная роль принадлежит биологическим исследованиям влияния вредных химических факторов как на организм человека, так и на растения. Вместе с тем, обмен ксенобиотиков в растительной клетке имеет свои особенности, обусловленные биологией растительного организма. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), к числу которых

относится и бенз(а)пирен, признаны в настоящее время основными органическими компонентами загрязнения биосферы. Бенз(а)пирен (C₂₀H₁₂) состоит из пяти бензольных колец, имеет несколько структурных изомеров, из которых 3-4-бенз(а)пирен представляет реальную угрозу для здоровья человека как канцероген и рассматривается в качестве своеобразного индикатора присутствия в окружающей среде других ПАУ [1].

В организм растений ПАУ попадают через корневую систему и листовую поверхность. Имеются данные, свидетельствующие о различном содержании бенз(а)пирена в различных частях растений, что позволяет говорить об аккумулялирующих свойствах растений, по отношению к данному загрязнителю [2].

Исследованиями последних лет доказано, что ароматические углеводороды и их производные усваиваются растениями и при их метаболизме происходит разрыв ароматического кольца. Окислительная детоксикация эндогенных ароматических соединений растениями является одним из условий защиты их внутриклеточного метаболизма и представляет собой биохимическую основу очистки окружающей среды от органических загрязнителей. Процесс биологического окисления ПАУ в растительных объектах с применением радиоактивной метки, детально был изучен в Институте биохимии растений АН ГССР [3]. Ферментные системы ответственные за расщепление ПАУ в растительных объектах, были обнаружены ими во всех органах и тканях растений. Результаты исследований, проведенные на субклеточных фракциях, выделенных из гороха, показали, что способностью метаболизировать 7,10¹⁴C-бенз(а)пирен обладают ферментные системы пластид, митохондрий, микросом и надосадочной жидкости. Наибольшей активностью характеризовалась фракция пластид, наименьшей митохондриальная. Если допустить, что ферментные системы пластид и надосадочной жидкости не имеют специфической ферментной системы, способной окислять ПАУ (т.е. НАДФ.Н – не является необходимым кофактором для окисления бенз(а)пирена в растениях), можно предположить, что они могут быть окислены теми ферментами, субстраты которых стоят ближе к данным углеводородам. В роли таких ферментов могут выступать медь и железосодержащие оксидазы (полифенолоксидаза – К.Ф.1.10.3.1 и пероксидаза – К.Ф.1.11.1.7).

В связи с этим нами были проведены исследования по выявлению функциональной активности Fe- и Cu-содержащих оксидаз под влиянием различных концентраций бенз(а)пирена на культивируемых *in vitro* растениях сирени обыкновенной. Экспериментальный материал был предоставлен лабораторией биохимии и биотехнологии ЦБС НАН Беларуси. Эксплантатами в опыте служили одноузловые микрочеренки стерильных побегов сирени обыкновенной сорта Флора. Их высаживали на питательную среду MS [4], в которую после автоклавирования добавляли разные концентрации бенз(а)пирена: 0,1; 0,5; 1,0; 10,0 мкг/л питательного раствора. Контролем служила среда без добавления бенз(а)пирена.

Таблица

Влияние различных концентраций бенз(а)пирена на активность пероксидазы (ПО) и полифенолоксидазы (ПФО) в листьях побегов сирени обыкновенной сорта Флора в условиях *in vitro*

Содержание бенз(а)пирена в среде, мкг/л	Активность фермента (ΔЕ г/с ⁻¹ массы сыр.вещества)			
	пероксидаза (ПО)	% к контролю	полифенолоксидаза (ПФО)	% к контролю
Контроль	0,48±0,09	100,0	1,34±0,19	100,0
0,1	0,55±0,09*	114,6	1,47±0,08*	109,7
0,5	0,54±0,08*	112,5	1,09±0,09	81,3
1,0	0,56±0,11*	116,7	1,16±0,20*	86,6
10,0	1,14±0,18	237,5	1,76±0,06	131,3

*Результаты недостоверны по t-критерию (Стьюдента)

Полученные результаты (табл.) показали, что при малых концентрациях бенз(а)пирена 0,1; 0,5; 1,0 мкг/л различия по активности ферментов между вариантами невелики и недостоверны по отношению к контролю. При концентрации 10,0 мкг/л активность оксидаз увеличивалась, причем активность пероксидазы по сравнению с контролем повышалась в значительно большей степени, чем полифенолоксидазы (137,2 % против 31,3 %). Эти данные согласуются с существующими представлениями о том, что в ряду окислительных ферментов пероксидазы, по способности окислять бенз(а)пирен, занимают одно из первых мест [5].

На основе учета индукции пероксидазной активности, в ответ на присутствие бенз(а)пирена в экспериментальной среде, можно подобрать более устойчивые к данному загрязнителю виды растений, а также рекомендовать для включения в техногенные фитоценозы новые и нетрадиционные растения, которые способны конкурировать с аборигенными видами.

Литература

1. Ильницкий А.П., Королев А.А., Худoley В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1993. – 222 с.
2. Дикун П.П., Калинина И.А. Об уровне и происхождении фонового содержания бенз(а)пирена в растениях // Экспериментальная онкология.– 1980.– Т.2, № 1.– С.14–17.
3. Девдариани Т.В., Кавтарадзе Л.К., Миминошвили Т.В. Об окислении $7,10^{14}\text{C}$ -бенз(а)пирена гомогенатами растений и ферментными системами различных органелл гороха // Метаболизм химических загрязнителей биосферы в растениях. Тбилиси: Мецниереба, 1979.– С.116–120.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.*– 1962.– V.15.– P.473–497.
5. Девдариани Т.В. Биотрансформация канцерогенных полициклических ароматических углеводов в растениях // Биотрансформация ксенобиотиков в растениях. Тбилиси: Мецниереба, 1988.– С.79–162.

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ АСС-ДЕЗАМИНАЗЫ НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ТОМАТОВ

А.О. Шульга, С.С. Жардецкий, Е.А. Храмцова

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь
Shutnick1@yandex.ru*

Растительный гормон этилен является важной сигнальной молекулой, участвующей во многих процессах, происходящих в растениях, включая прорастание, развитие цветков, созревание плодов и реакцию на многие факторы окружающей среды [1]. Большое количество этилена подавляет удлинение корней, проростков, останавливает рост листьев у растений. Образование этилена индуцируется различными внешними факторами, включая вирусные инфекции, повреждения, засуху. Резко усиливается выработка этилена при стрессе и повреждении тканей [2].

Многие стратегии, используемые для повышения урожайности сельскохозяйственных растений, направлены на снижение количества этилена, синтезируемого растением. Для этого используются разные подходы. Было обнаружено, что многие бактерии, стимулирующие рост растений, синтезируют фермент, способный регулировать уровень этилена в растении. Этот фермент, 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат-дезаминаза, гидролизует 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат – непосредственный предшественник этилена при биосинтезе в растениях [3], и играет важную роль во взаимодействии растения и микроорганизмов [4].

Была разработана модель, согласно которой бактерии, стимулирующие рост растений, прикрепляются к поверхности семени или корня развивающегося растения; в ответ на дей-