

УДК 579.6

АДАПТАЦИОННЫЕ УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ КЛЕТОК ШТАММОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ПРИ ИХ РОСТЕ В ПРИСУТСТВИИ ГЛИФОСАТА**В.Н. Поливцева, Н.Е. Сузина, Т.Н. Абашина, И.П. Соляникова***ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской Академии наук», Пушкино, Россия*

К настоящему времени остро стоит проблема бесконтрольного поступления в окружающую среду глифосата (ГФ) – неселективного гербицида широкого спектра действия, который широко применяется по всему миру в сельском, лесном и парковом хозяйстве. Среди возможных последствий многократной обработки сельхозугодий ГФ называют накопление гербицида в почвах, просачивание его в водоемы, изменение состава почвенной и водной микрофлоры, тератогенное воздействие на некоторых животных и комплекс негативных воздействий на здоровье человека при хроническом контакте с гербицидом. Основной путь удаления ГФ и иных органо-фосфатных загрязнителей из окружающей среды – их бактериальная биодegradация (Shushkova et al 2010, Zhan et al 2018). Тем не менее, работ, посвященных изучению влияния гербицида на бактериальную клетку не так много.

Источником выделения новых культур послужил ил реки Ока (Пушино, Московская обл.). В качестве источника глифосата использовался гербицид «Агрокиллер, ВР» (Avgust, Россия), содержащий 500 г/л глифосата кислоты. Выбор вариантов концентраций ГФ для эксперимента исходил из значения рекомендуемой производителем гербицида концентрации ГФ для обработки почв сельскохозяйственного назначения, составляющей 1–2,5 % ГФ и в максимальной концентрации достигал 5 %. Были получены 15 бактериальных изолятов из накопительной культуры с 5 % ГФ, которые были названы GP5–1-GP5–15, соответственно. Изоляты представлены в основном спорообразующими бактериями палочковидной формы.

В ходе работы выделенные бактерии были проверены на способность осуществлять рост на ГФ в качестве единственного источника фосфора. Из 15 полученных изолятов лишь штаммы GP5–5 и GP5–6 оказались не способными расти на ГФ и являются вероятно лишь толерантными к нему. Остальные изоляты показали выраженный рост (ОП составила 0,5–1 ед.) уже на 3 сут. культивирования. Интересно, что на 5 сут. рост прекращается, а на 7 сут. культивирования в культуре некоторых изолятов стали обнаруживаться «хлопья» и осаживаться в таком состоянии на дно пробирки. Очевидно условия для роста в присутствии ГФ для большинства полученных изолятов не являются оптимальными и несмотря на то, что культуры способны расти на данном субстрате, их рост лимитирован по времени и концентрацией ГФ. Тем не менее, представляется интересным как клетка реагирует на стресс при росте на ГФ на ультраструктурном уровне. Были отобраны штаммы дающие наибольший прирост биомассы при росте на ГФ, среди них был штамм GP5–7. Клетки штамма GP5–7 были выращены на богатой питательной среде и на минеральной среде с 0,5 г/л ГФ. На ультратонких срезах обнаружено, что клетки обладают грамположительным типом строения клеточной стенки, при росте на ГФ в цитоплазме обнаруживаются электронно-плотные включения вероятно полифосфатной природы. Отличительным признаком клеток, выращенных на ГФ является усиление и разрыхления наружного полисахаридного слоя на поверхности клеточной стенки, при этом явно выделяется пространство между цитоплазмой и мембраной, что не выражено для клеток, выращенных на богатой среде. Усиление продукции полисахаридного матрикса и образование биопленок является одним из адаптационных признаков ряда микроорганизмов в ответ на стресс.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19–54–80003.

Литература

- Shushkova T., Ermakova I., Leontievsky A. Glyphosate bioavailability in soil. Biodegradation. 2010. vol. 21. pp. 403–410.
Zhan H., Feng Y., Fan X., Chen S. Recent advances in glyphosate biodegradation. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2018. vol. 102. pp. 5033–5043.