

DOI: 10.25205/978-5-4437-1691-6-76

УНИКАЛЬНЫЕ УГЛЕВОДСОДЕРЖАЩИЕ БИОПОЛИМЕРЫ МОРСКИХ ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ*

UNIQUE CARBOHYDRATE-CONTAINING BIOPOLYMERS OF MARINE GRAM-NEGATIVE BACTERIA

М. С. Кокоулин, А. С. Кузьмич, А. П. Фильштейн, Л. А. Романенко

Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток

M. S. Kokoulin, A. S. Kuzmich, A. P. Filshtein, L. A. Romanenko

Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry FEB RAS, Vladivostok

✉ maxchem@mail.ru

Аннотация

В докладе представлены результаты исследований структур и отдельных биологических свойств углеводсодержащих биополимеров — компонентов клеточной стенки морских грамотрицательных бактерий.

Abstract

The report presents the results of studies of structures and some biological properties of carbohydrate-containing biopolymers — components of the cell wall of marine Gram-negative bacteria.

До недавнего времени почти весь научный и практический интерес был сосредоточен на изучении микроорганизмов, использующих в качестве среды обитания организм млекопитающих и растений, и существенно меньший интерес вызывала группа микроорганизмов, обитающих в иных экологических условиях. Морская среда обитания представляет собой сложную экосистему с огромным разнообразием форм жизни, в том числе значительной долей микроорганизмов. Жизнь на большей части морской среды обитания характеризуется экстремальными абиотическими условиями, включающими высокую соленость, низкую температуру, высокое гидростатическое давление, отсутствие солнечного света и низкое содержание питательных веществ. Морские бактерии используют различные адаптивные стратегии для выживания и размножения в среде обитания, которая является разрушительной для большинства других микроорганизмов, и способность микроорганизмов справляться с экстремальными экологическими стрессами в основном определяется стабильностью их клеточных мембран.

Внешняя мембрана клеточной стенки грамотрицательных бактерий, как правило, состоит из липополисахаридов (ЛПС) — амфифильных макромолекул, закрепленных в фосфолипидном бислое. Структура ЛПС играет важную роль в целостности, гибкости и текучести клеточной стенки грамотрицательных бактерий, а также имеет решающее значение для нормальной физиологии и роста микроорганизмов. Кроме того, некоторые бактерии могут продуцировать внеклеточные полисахариды. Бактериальные внеклеточные полисахариды обычно встречаются в двух формах: в виде капсульных полисахаридов (КПС), если они связаны с клеточной поверхностью, и полисахаридов, высвобождающихся в окружающую среду (экзополисахариды). Присутствие этих биополимеров указывает на их специфические свойства и функции, которые полезны для микроорганизмов; они играют важную роль в защите бактериальной клетки от суровых условий окружающей среды, в поверхностной адгезии, межклеточной трансдукции сигнала и др.

За последние несколько лет нами были выделены, установлены структуры и изучены биологические свойства ЛПС и КПС отдельных представителей морских грамотрицательных бактерий, отнесенных к родам *Cobetia*, *Kangiella*, *Echinicola*, *Cellulophaga*, *Idiomarina* и др. Показано, что некоторые морские грамотрицательные бактерии продуцируют уникальные аминированные и сульфатированные гликополимеры, а также полисахариды с цвиттер-ионной природой, многие из которых проявляют антипролиферативные свойства по отношению к различным линиям опухолевых клеток. Изучены механизмы избирательного антипролиферативного действия полисахаридов из микроорганизмов *K. japonica* КММ 3897 и КММ 3899[†] в отношении клеток протоковой карциномы молочной железы человека линии T-47D; установлено, что полисахариды индуцируют

* Исследование выполнено при финансовой поддержке стипендий Президента Российской Федерации СП-4729.2022.4 и гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 гг. (соглашение № 075–15-2021-1052).

© М. С. Кокоулин, А. С. Кузьмич, А. П. Фильштейн, Л. А. Романенко, 2024

арест клеточного цикла и митохондриально-зависимый апоптоз. КПС микроорганизма *S. marina* КММ 3878 селективно индуцировал апоптоз в клетках промиелоцитарной лейкемии человека HL-60, причем были задействованы как внешний, так и внутренний сигнальные пути. Исследованы структуры липидных фрагментов молекул ЛПС из микроорганизмов *Echinicola sp.*, *Cellulophaga sp.*, *I. zobellii* КММ 231^T и *K. japonica* КММ 3897. Показано, что молекулы липида А морских бактерий отличаются низкой степенью ацилирования, а также содержат жирные кислоты, не характерные для ЛПС энтеробактерий. Установлено, что некоторые исследованные ЛПС являются слабыми индукторами синтеза провоспалительных цитокинов иммунокомпетентными клетками человека и проявляют антагонистические свойства по отношению к ЛПС микроорганизмов *Escherichia coli* и *Salmonella typhimurium*.

Исследование углеводовсодержащих биополимеров морских грамотрицательных бактерий, безусловно, является фундаментальной отправной точкой для понимания молекулярных основ, лежащих в основе процессов адаптации, но также чрезвычайно важно в перспективе разработки и реализации новых медицинских и ветеринарных препаратов направленного действия.