

## РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРОЦЕССАХ БИОДЕГРАДАЦИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Е. Ю. Лебедева, Н. В. Шарков, Г. Е. Бордина, Н. П. Лопина

*ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава России*

## ROLE OF MICROORGANISMS IN PROCESSES OF BIODEGRADATION OF SURFACTANTS

E.Yu. Lebedeva, N.V. Sharkov, G.E. Bordina, N.P. Lopina

*Tver State Medical University*

С момента активного использования поверхностно-активных веществ (ПАВ) как в промышленности, так и в быту возникла глобальная экологическая проблема заастания природных водоемов [1, 2, 3]. Неорганические фосфаты, являющиеся компонентами ПАВ, как известно, являются питательной средой для всех видов водорослей [4].

Вопросы микробного метаболизма неприродных соединений, в том числе и всевозможных ПАВ, химический синтез которых увеличивается с каждым годом во всем мире, являются актуальными, а их решение – крайне необходимым в экологическом отношении.

Цель исследования: изучить влияние микроорганизмов на процессы разложения поверхностно-активных веществ.

Материалы и методы: методы теоретического уровня: изучение, обобщение, анализ литературных данных.

Результаты и обсуждение: в настоящее время большую опасность для окружающей среды представляют анионные (АПАВ) и неионогенные поверхностно-активные вещества, а также фосфаты, широко используемые в качестве компонентов моющих средств или дегрентов [4].

Неорганические фосфаты очень легко попадают в водоемы, где влияют на усиленное образование сине-зеленых водорослей. Они служат питательной средой для цианобактерий и вызывают цветение водоемов, что приводит к гибели большинства их обитателей. Водоросли, разлагаясь, выделяют в огромных количествах газы (метан, аммиак, сероводород), которые негативно влияют на все живое в воде и нарушают экосистему водоемов. Токсины цианобактерий, попадающие в питьевую воду, способствуют активизации и

развитию раковых клеток. Загрязненная питьевая вода приводит к выкидышам на ранних сроках беременности у женщин. Новорожденные имеют низкий вес, врожденные патологии, повышенную заболеваемость, что приводит к снижению продолжительности жизни.

При попадании в водную среду и почву молекулы ПАВ подвергаются деструкции в результате биохимических и физико-химических процессов, и частично разрушаются микроорганизмами, присутствующими в воде, почве и активном иле [5, 6, 7].

Процессы деструкции многих ПАВ в природе происходят очень медленно, так как у микроорганизмов водных объектов отсутствует адаптация к этим веществам. Они подвержены процессам биохимического окисления, скорость которых зависит от структуры их молекул, температуры воды, pH, содержания взвешенных веществ и т.д. К числу наиболее легко окисляющихся ПАВ относятся первичные и вторичные алкилсульфаты нормального строения. Наиболее трудно разрушаются алкилбензолсульфонаты ( $R-O-SO_2-Me$ ), имеющие в своей структуре ароматическое кольцо.

Биодеградация алкилбензолсульфонатов, имеющих в алкильной цепи от одного до трех атомов углерода, начинается с сульфонатной группы, а у соединений с большим числом углеродных атомов – с боковой цепи. В аэробных условиях эти вещества разлагаются бактериями и грибами, осуществляющими расщепление ароматических углеводородов и других соединений этого типа. В анаэробных условиях биодеградацию алкилбензолсульфонатов могут осуществлять бактерии с бродильным типом метаболизма.

Кроме того, эти соединения могут использоваться бактериями в качестве акцепторов электронов при анаэробном дыхании. Процессы анаэробной деградации алкилбензолсульфонатов протекают с большей эффективностью в ассоциации, состоящей из бактерий родов *Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Methanobacterium*, *Methanosaerina*.

Большой интерес представляют исследования разложения ПАВ чистыми культурами микроорганизмов. Первые работы на эту тему проводились еще в 50-х годах прошлого столетия [8]. Так, Ризен показал, что *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Salmonella enteritidis*, *Paracolobactrum aerogenoides* при выращивании на синтетической среде могут использовать различные АПАВ в качестве единственного источника углерода. Обнаружено, что на скорость биоразложения влияет минеральный состав питательной среды.

Пейн с сотрудниками из почвы, взятой, в районе очистного сооружения методом накопительных культур выделил 2 штамма *Pseudomonas* – C12 и C12B, которые активно разрушали АПАВ. Представители рода *Pseudomonas* особенно часто выделяются из накопительных культур на средах с АПАВ. Методом накопления, ими также были получены один штамм *Pseudomonas fluorescens* и два штамма *Nocardia* sp., способные использовать в качестве единственного источника углерода линейные АПАВ. В процессе исследования было установлено, что способность разрушать ПАВ широко варьирует у разных микроорганизмов, даже среди представителей одного рода.

Интерес к данной теме не потерял своей актуальности и в настоящее время.

Сопруновой О. Б. и др. [9] в результате исследований из промышленных отходов было выделено 13 штаммов бактерий, относящихся к родам *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Kocuria*, *Stenotrophomonas*, *Proteus*, *Staphylococcus*. Исследование показало, что все штаммы способны усваивать углерод, азот и фосфор как основные источники энергии в органической и минеральной форме; способны усваивать основные компоненты сточных вод. При изучении их деструктивной способности по отношению к ПАВ установлено, что все штаммы способны к деградации анионных и катионных ПАВ. Это позволяет рассматривать возможность использования бактериальных культур для разработки способов очистки водных сред от ПАВ.

Исследования деградации ПАВ микробными культурами чаще ограничиваются лабораторными экспериментами, так как имеются определенные сложности при внедрении в практику очистки сточных вод. Использование метода локальной микробной очистки в настоящее время в отношении ПАВ-содержащих сточных вод сохраняется на уровне 13 %. Данный метод является наиболее перспективным для обезвреживания высококонцентрированных стоков, так как единственной группой организмов, вносящей реальный вклад в разрушение ПАВ в окружающей среде, являются бактерии. Кроме того он отличается экологической безопасностью, высокой экономичностью и эффективностью по сравнению с другими методами.

Заключение: экологическое состояние водоемов в России, в том числе и в Тверской области, требует синтеза и внедрения в производство биоразрушаемых ПАВ и разработки новых, более интенсивных методов очистки окружающей среды от данных соединений. Эти методы должны основываться на использовании специально полученных высокоактивных чистых культур микроорганизмов-деструкторов ПАВ. Применение таких культур в микробном методе очистки будет способствовать защите

окружающей среды от загрязнения синтетическими соединениями, и сохранению окружающей человека природы [10].

## Литература

1. Давлетшина А. Д. Загрязнение водоемов. Промышленная экология / А. Д. Давлетшина // Международный научный журнал «Символ науки». – 2016. – №12. – С. 266-267.
2. Попова Т. А. Зарастание водоемов на северо-западе России воздушно-водной и водной растительностью в различных экологических условиях / Т. А. Попова, И. А. Бычкова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – №1. – С. 1515-1518.
3. Калашник Ж. В. Экологические проблемы водных ресурсов нижнего Поволжья и их влияние на здоровье населения / Ж. В. Калашник // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2005. – №6. – С. 195-199.
4. Петухов Б. Е. Влияние хозяйственной деятельности человека на реку Цну / Б. Е. Петухов, А. А. Липецких, К. В. Сложеникина // Вестник ТГУ. – 2014. – №1. – С. 247-250.
5. Елисеев С .А. Поверхностно-активные вещества и биотехнологии / С. А. Елисеев, Р. В. Кучер. – Киев: Наукова думка, 1991. – 116 с.
6. Трошкова Г. П. Экологическая биотехнология: учеб.пособие / Г. П. Трошкова, Е. К. Емельянова, Н. О. Карабинцева. – Новосибирск: Сибмединздат НГМУ, 2011. – С. 31-35.
7. Волченко, Н. Н. Скрининг углеводородокисляющих бактерий-продуцентов ПАВ биологической природы / Н. Н. Волченко, Э. В. Карасева // Биотехнология. – 2008. – №6. – С. 42-49.
8. Лукиных Н. А. Очистка сточных вод, содержащих синтетические ПАВ/ Н. А. Лукиных / Москва: Стройиздат, 1972. – 94 с.
9. Сопрунова О. Б. Микроорганизмы – деструкторы ПАВ в водных средах / О. Б. Сопрунова, А. А. Утешева, Виет Тиен Нгуен // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2013. - №1. – С. 83-90.
10. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2015 году. – [Электронный ресурс]. - [https://mpr-tver.ru/Min\\_file/Государственный\\_доклад\\_2015.pdf](https://mpr-tver.ru/Min_file/Государственный_доклад_2015.pdf)