

Библиографический список:

1. Lalucat, et al.; Bennasar, A; Bosch, R; García-Valdés, E; Palleroni, NJ (2006). «Biology of *Pseudomonas stutzeri*». Microbiol Mol Biol Rev 70 (2): 510–47. doi:10.1128/MMBR.00047-05. PMC 1489536. PMID 16760312
2. Burri, R., and A. Stutzer. 1895. Ueber Nitrat zerstörende Bakterien und den durch dieselben bedingten Stickstoffverlust. Zentbl. Bakteriol. Parasitenkd. Abt. II 1:257-265, 350-364, 392-398, 422-432.
3. Van Niel, C. B., and M. B. Allen. 1952. A note on *Pseudomonas stutzeri*. J. Bacteriol. 64:413-422.
4. Lehman, K. B., and Neumann. 1896-1927. Atlas und Grundriss der Bakteriologie und Lehrbuch der speziellen bakteriologischen Diagnostik, 1st (1896), 2nd (1899), 3rd (1904), 5th (1912), 6th (1920), and 7th (1927) ed. J. F. Lehman, München, Germany.
5. Hamdi A. Ahmad, JOHN A. Marchello(1999) Journal of Food Science, Volume 54, Issue 2, pages 274–276.
6. Tattawasart, U., J. Y. Maillard, J. R. Furr, and A. D. Russell. 1999. Development of resistance to chlorhexidine diacetate and cetylpyridinium chloride in *Pseudomonas stutzeri* and changes in antibiotic susceptibility. J. Hosp. Infect.
7. Franceschini, N., M. Galleni, J. M. Frere, A. Oratore, and G. Amicosante. 1993. A class-a beta-lactamase from *Pseudomonas stutzeri* that is highly active against monobactams and cefotaxime. Biochem.
8. Noble RC, Overman SB (1994) *Pseudomonas stutzeri* Infection: A Review of Hospital Isolates and a Review of the Literature. Diagn Microbiol Infect .
9. J. Kose, M., M. Ozturk, T. Kuyucu, T. Gunes, M. Akcakus, and B. Sumerkan. 2004. Community-acquired pneumonia and empyema caused by *Pseudomonas stutzeri*: a case report. Turk. J. Pediatr.
10. Reisler, R. B., and H. Blumberg. 1999. Community-acquired *Pseudomonas stutzeri* vertebral osteomyelitis in a previously healthy patient: case report and review. Clin. Infect. Dis. 29:667-669.

БИОДЕГРАДАЦИЯ КСЕНОБИОТИКОВ БАКТЕРИЯМИ *PSEUDOMONAS STUTZERI*

А.М. Фуньгин, аспирант кафедры МВЭиВСЭ УГСХА

И.И. Богданов, кандидат ветеринарных наук, доцент.

ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

Ключевые слова: биодegradация, ксенобиотики, биосорбция, псевдомонады, *Pseudomonas stutzeri*.

Pseudomonas stutzeri – широко распространенная бактерия с высокой степенью физиологической и генетической адаптируемости. Как и другие разновидности *Pseudomonas* (например *P. putida*), *P. stutzeri* участвует в экологически важных метаболических процессах.

Некоторые из наиболее важных – преобразование металлов и деградация биогенных ксенобиотиков (нефтепродукты, ароматические и неароматические углеводороды, биоциды).

С развитием химического производства во внешнюю среду стало поступать большое количество всевозможных токсических веществ(ксенобиотиков), которые интенсивно загрязняют окружающую среду.

Химические соединения, вносимые человеком в окружающую среду в последнее время (инсектициды, гербициды, детергенты и другие ксенобиотики) кроме того, что очень токсичны, ещё и длительное время сохраняются (что представляет опасность для человека и животных).

Сегодня нагрузка на естественные процессы самоочищения биосферы избыточна, и наряду с

разрушением загрязняющих веществ идёт их постепенное накопление в окружающей среде.

Биодеградация ксенобиотиков с помощью микроорганизмов является одной из приоритетных проблем защиты окружающей среды.

Биодеградация (биоразрушение) – это преобразование сложных веществ с помощью биологической активности.

Это широкое понятие включает три более узких процесса:

- 1) трансформацию, или незначительные изменения молекулы;
- 2) фрагментацию, или разложение сложной молекулы на более простые соединения и 3) минерализацию, или превращение сложного вещества в самые простые (H_2O , CO_2 , H_2 , NH_3 , CH_4 и т.д.) (1).

Основными биологическими агентами, осуществляющими биодеградацию, являются микроорганизмы, обладающие разнообразием ферментных систем и большой лабильностью метаболизма (2).

Человеку удалось создать такие соединения, которые не разрушаются в природе в обычных условиях - это различные синтетические полимеры, красители, пестициды, фармацевтические препараты, моющие средства и т.д. Эти химические вещества (ксенобиотики) имеют уникальную биологическую активность уже при незначительном их количестве. К ксенобиотикам, так же могут быть отнесены и вещества природного происхождения, но полученные в сверхколичествах и перемещенные в несвойственные им места (например, нефть). Большинство таких соединений обладает значительной стабильностью, и для их полного разложения при обычных условиях требуются столетия. Происходит непрерывный перенос этих веществ по пищевым цепям и их накопление на конечных этапах, к которым относится и человек. Огромное число ксенобиотиков чрезвычайно токсично и проявляет мутагенную, канцерогенную, аллергенную и тератогенную активности (2). Однако понятно, что человечество не может полностью отказаться от использования таких веществ, так как они применяются практически во всех областях деятельности. Поэтому на первый план выходит использование биоразрушающей способности микроорганизмов для очистки окружающей среды от антропогенных загрязнителей.

Роль *Pseudomonas stutzeri* в биодеградации ксенобиотиков.

Pseudomonas stutzeri – широко распространенная бактерия с высокой степенью физиологической и генетической адаптируемости. Как и другие разновидности *Pseudomonas* (например *P. putida*), *P. stutzeri* участвует в экологически важных метаболических процессах.

Некоторые из наиболее важных – преобразование металлов и деградация биогенных ксенобиотиков (нефтепродукты, ароматические и неароматические углеводороды, биоциды).

Преобразование металлов.

Хотя металлы - существенные питательные вещества, они могут быть ядовитыми в избытке. Кроме того некоторые металлы ядовиты и не представляют интерес для производства.

В результате бактерии развили системы, которые способствуют увеличению биодоступности металлов и одновременно снижают их токсичность. И

P. stutzeri не является исключением. Три различных типа сидерофоров были описаны для этой разновидности. Эти сидерофоры обеспечивают биодоступность важных металлов, таких как кобальт, медь, железо, и никель (6, 12, 16). Кроме того, несколько штаммов *P. stutzeri* были описаны из-за их высокого потенциала биосорбции и устойчивости к металлам, таким как алюминий, хром, кобальт, медь, германий, марганец, никель, плутоний, селен, серебро, таллий, титан, уран, ванадий, и цинк. Однако механизмы устойчивости штаммов к данным металлам остаются плохо понятным.

Фактически, единственно хорошо изучен - ртутный механизм устойчивости.

Два штамма *P. stutzeri* имеют огромный биологический и биотехнологический интерес: штамм AG259 и штамм RS34.

P. stutzeri AG259 является серебряно-устойчивым штаммом, изолирован из почвы серебряного рудника в Юте (7). Его механизм устойчивости к серебру так же закодирован на генетическом уровне.

Механизм обеспечивающий эту устойчивость, осуществляется путем производства внутриклеточных комплексов сульфида серебра.

Штам *P. stutzeri* AG259 также в состоянии накопить большое количество германия, меди, свинца, и цинка в клетке. Тем самым снижая их концентрацию в среде.

Штамм *P. stutzeri* RS34 является устойчивым к цинку, изолирован из промышленной загрязненной почвы в Нью-Дели, Индия (8). Этот штамм эффективно накапливает большое количество цинка на его внешней мембране через морфологические и ультраструктурные изменения. Его механизм устойчивости к цинку все еще неизвестен и не напоминает известных механизмов. Однако, ее используют в удалении цинка из растворов, низкосортных руд, и отходов рудных производств было продемонстрировано (4, 5).

Исследование устойчивых к никелю бактерий от антропогенно загрязненных никелем естественных экосистем было предпринято Stoppel, R. D (1995).

В этом исследовании проанализировали штамм *P. stutzeri*, изолированный из образца почвы из Новой Каледонии. Образец был взят от корней *Sebertia acuminata*, растение, которое гипернакапливает никель в его соке и листьях. После анаэробного обогащения штамм был изолирован при наличии 10 mM NiCl₂. Так же *P. stutzeri* был устойчив к 3 mM Ni, так же как к кобальту, цинку, и меди.

Сырая нефть, нефтепродукты, и алифатические углеводороды.

Сообщения о деградации штаммами *P. stutzeri* сырой нефти, нефтепродуктов и/или алифатических углеводородов стали появляться не так давно в литературе (9, 10, 13, 14). Напротив, большая информация доступна для других разновидностей *Pseudomonas*, таких как *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. oleovorans*, и *P. putida*.

Однако, в одном из исследований, непосредственно изолировали (без предшествующего обогащения) и идентифицировали 297 разрушающих бензин бактерий из загрязненной воды (17). Было выявлено сильное преобладание вида *Pseudomonas* (86.9 % всех штаммов). *P. stutzeri* был третьим наиболее часто изолированным видом *Pseudomonas* в этом исследовании. Так же штаммы *P. Stutzeri* эффективно применяются в составе консорциумов бактерий для удаления нефтяных загрязнений (3).

Ароматические углеводороды.

Соединения ароматического ряда, как полагают, являются главными экологическими загрязнителями. Бензол и четыре из его родственников (многохлорируемые бифенилы, многоароматические углеводороды, бензо (А)пирен, и бензо(В)флуорантен) были в десятке Национального Списка Приоритета Опасных веществ с 1997 года. Способность разновидностей *Pseudomonas* к аэробному ухудшению бензола, и его родственников известно (15). Литература указывает, что штаммы *P. stutzeri* в состоянии усвоить бензоат; моно- и бром ди-галогена, бензоаты; 4-гидроксibenзоат; карбазол; крезол; флуорен; нафталин и его метил пирен; эфир салициловой кислоты и его метил и хлоропроизводные; тетралин; толуат; толуол); и ксилол. Однако, в окружающей среде, данные органические загрязнители находятся в подповерхностных отложениях, в связи с чем являются обычно анаэробными. Таким образом, биологический распад в этой анаэробной окружающей среде должен произойти в отсутствие кислорода. Информация относительно аэробной деградации соединений ароматического ряда намного более в изобилии, чем информация относительно анаэробной деградации (19).

Два штамма *P. stutzeri* были хорошо изучены из-за их биологического и биотехнологического интереса: штамм P16 и штамм AN10.

Штамм *P. stutzeri* P16 - изолирован из загрязненной креозотом почвы (18). Штамм P16 в состоянии вырасти, используя фенантрен, флуорен, нафталин, как единственный углерод и источники энергии. Он также в состоянии преобразовать пирен. Штамм *P. stutzeri* AN10 - ухудшающая нафталин бактерия, изолированная от загрязненных морских отложений в западном Средиземном море (11). Штамм AN10 в состоянии использовать нафталин, 2-метилнафталин, и эфир салициловой кислоты как единственный источники углерод и энергии.

Выводы:

1. Человечество не может полностью отказаться от использования веществ которые загрязняют в последствии биосферу (инсектициды, гербициды, детергенты, растворители и другие ксенобиотики) поэтому с каждым годом все больше вредных химических веществ попадает в окружающую среду

и естественные процессы самоочищения биосферы не справляются с их количеством.

2. В связи с этим существует необходимость разработки экономичных и безопасных методов уменьшения их количества и преобразования до более простых(безопасных)веществ не наносящих вред экологии .

3. Биodeградация ксенобиотиков с помощью микроорганизмов является одним из экономичных и эффективным способом защиты окружающей среды.

4. Бактерии *Pseudomonas stutzeri* способны к преобразованию металлов, химических веществ и биodeградации биогенных ксенобиотиков (нефтепродукты, ароматические и неароматические углеводороды, биоциды) в связи с чем возможно применять их с целью очищения окружающей среды от вредных химических веществ после более глубокого ,и детального изучения их биологических свойств и спектра активности.

Библиографический список:

1. Щербакова В.А.Автореферат диссертации на соискание учёной степени канд. биол. наук. Пущино, 2000.
2. Шлегель Г.Общая микробиология.М.,Мир,1987.
3. Bhagat, R., and S. Srivastava. 1993. Growth response of *Pseudomonas stutzeri* RS34 to ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and its interaction with zinc. *Indian J. Exp. Biol.* 31:590-594.
4. Bhagat, R., and S. Srivastava. 1993. *Biohydrometallurgical technologies*, vol. II. The Minerals, Metals and Materials Society, Warrendale, Pa.
5. Bhagat, R., and S. Srivastava. 1995. *Environmental biotechnology: principles and applications*. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, The Netherlands.
6. Chakraborty, R. N., H. N. Patel, and S. B. Desai. 1990. Isolation and partial characterization of catechol-type siderophore from *Pseudomonas stutzeri* Rc-7. *Curr. Microbiol.* 20:283-286.
7. Chakraborty, R. N., H. N. Patel, and S. B. Desai. 1994. Studies on iron uptake and its effect on the outer-membrane proteins of *Pseudomonas stutzeri* Rc-7. *Curr. Microbiol.* 28:321-323.
8. Elder D.J.E.,D.J.Kelly.The bacterial degradation of benzoic and benzenoid compounds under anaerobic conditions: Unifying trends and new perspectives.*Microbiology Reviews*,1994,vol.13,p.441-468.
9. Criddle, C. S., J. T. DeWitt, D. Grbic-Galic, and P. L. McCarty. 1990. Transformation of carbon tetrachloride by *Pseudomonas* sp. strain KC under denitrification conditions. *Appl. Environ. Microbiol.*
10. Dijk, J. A., A. J. M. Stams, G. Schraa, H. Ballerstedt, J. A. M. de Bont, and J. Gerritse. 2003. Anaerobic oxidation of 2-chloroethanol under denitrifying conditions by *Pseudomonas stutzeri* strain JJ. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 63:68-74.
11. García-Valdés, E., E. Cozar, R. Rotger, J. Lalucat, and J. Ursing. 1988. New naphthalene-degrading marine *Pseudomonas* strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:2478-2485.
12. Haefeli, C., C. Franklin, and K. Hardy. 1984. Plasmid-determined silver resistance in *Pseudomonas stutzeri* isolated from a silver mine. *J. Bacteriol.* 158:389-392.
13. Hou, Y. F., Y. Kong, J. R. Yang, W. Xin, and H. W. Yu. 2004. Study on immobilization of petroleum biodesulfurization catalyst *Pseudomonas stutzeri* UP-1. *Acta Petrol. Sin.* 20:75-80.
14. Joo, C. S., Y. S. Oh, and W. J. Chung. 2001. Evaluation of bioremediation effectiveness by resolving rate-limiting parameters in diesel-contaminated soil. *J. Microbiol. Biotechnol.* 11:607-613.
15. Kasai, Y., and S. Harayama. 2004. Catabolism of PAHs, p. 463-490. In J. L. Ramos (ed.), *Pseudomonas*, vol. 3. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, N.Y.
16. Meyer, J.-M., and M. A. Abdallah. 1980. The siderochromes of non-fluorescent pseudomonads—production of nocardamine by *Pseudomonas stutzeri*. *J. Gen. Microbiol.* 118:125-129.
17. Ridgway, H. F., J. Safarik, D. Phipps, P. Carl, and D. Clark. 1990. Identification and catabolic activity of well-derived gasoline-degrading bacteria from a contaminated aquifer. *Appl. Environ. Microbiol.* 56:3565-3575.