

4  
НОМЕР

БОИЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ  
On-line версия журнала на сайте  
<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН



Вельмовский П.В.

2018

УЧРЕДИТЕЛИ

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН  
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРО РАН

© А.В. Валышев, Н.А. Валышева, 2018

УДК 579.61

*А.В. Валышев, Н.А. Валышева*

**РАЗРУШЕНИЕ АНИОННОГО ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА  
(ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ) МИКРООРГАНИЗМАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ**

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбург, Россия

В обзоре представлены данные о бактериях, способных к разрушению одного из наиболее широко используемых анионных поверхностно-активных веществ (ПАВ) – додецилсульфата натрия. Наличие этих микроорганизмов в окружающей среде определяет быструю биodeградацию данного химического соединения.

*Ключевые слова:* поверхностно-активные вещества, сурфактант, алкилсульфаты, додецилсульфат натрия, лаурилсульфат натрия, *Pseudomonas*.

---

---

*A.V. Valyshev, N.A. Valysheva*

**SPLITTING OF ANIONIC SURFACTANT (SODIUM DODECYL SULFATE)  
BY ENVIRONMENTAL MICROORGANISMS**

Institute for Cellular and Intracellular Symbiosis, UrB RAS, Orenburg, Russia

This review focuses on the degradation of one of the most widely used anionic surfactant (sodium dodecyl sulfate) by bacteria. The existence of these microorganisms in environment contributes to the rapid biodegradation of this chemical compound.

*Keywords:* surfactant, alkyl sulfate, sodium dodecyl sulfate, sodium lauryl sulfate, *Pseudomonas*.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) широко используются в промышленности, при производстве средств личной гигиены и продуктов бытовой химии. Одним из наиболее распространенных сурфактантов является додецилсульфат натрия (ДСН; натриевая соль лаурилсерной кислоты; CAS № 151-21-3) – анионное ПАВ.

Учитывая масштабы производства и, соответственно, загрязнение воды и почвы данным химическим агентом (в основном за счет промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, содержащих значительное количество моющих, чистящих, смачивающих средств, в состав которых входит ДСН), актуальным является вопрос его денуксации в окружающей среде.

Оказалось, что ДСН довольно быстро метаболизируется в окружающей среде: по данным R.D. Swisher [1], проанализировавшего около 100 исследований по биодegradации ДСН в натуральных и лабораторных экспериментах длительностью от нескольких часов до 30 дней и более, с использованием адаптированных и неадаптированных микроорганизмов, – 45-95% ДСН разрушается в течение 24 ч и 95-100% в тестах продолжительностью более одного дня (цит. по [2]).

Подобная скорость и эффективность элиминации химического соединения может быть связана с продукцией фермента алкилсульфатазы живыми организмами в различных местообитаниях.

Способность бактерий утилизировать алкилсульфаты (ДСН относится к этому типу ПАВ) в качестве единственного источника углерода и энергии была описана в 1949 г. [3]; схожая активность в отношении ДСН впервые была продемонстрирована в 1954 г. [4]. Позже из неочищенных сточных вод выделили грамотрицательные палочки, способные расти на среде с ДСН в качестве единственного источника углерода и серы [5]. Одновременно из образца почвы был выделен штамм *Pseudomonas* C12B, способный расти на синтетической среде с ДСН или додецилбензолсульфонатом [6, 7]. Дegradация ДСН псевдомонадами детально изучена в работе [8]: при исследовании 191 штамма (23 вида) выявлено, что все штаммы двух видов и большинство культур 4 других обладали активностью.

Кроме того, ДСН-деградирующая способность была обнаружена у бактерий *Flavobacterium devorans* и *Achromobacter guttatus* [9], а также шести видов дрожжей [10].

Исследования, выполненные за последние 20 лет, также выявили микроорганизмы, способные разрушать ДСН (табл.). Практически все бактерии являются грамотрицательными микроорганизмами, а подавляющее большинство штаммов относится к представителям рода *Pseudomonas*. Единственным грамположительным микроорганизмом является штамм *Bacillus cereus* [15].

На активность алкилсульфатазы бактерий оказывают влияние ряд факторов. Так, например, ферментативную активность штамма *Pseudomonas* C12B подавляют ионы  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ , фосфат, арсенат и хелатор ЭДТА; стимулируют эту активность ионы  $Ni^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $Mn^{2+}$ ; ионы  $Co^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  не оказывают заметное влияние [17].

Таблица. Известные бактерии-деструкторы додецилсульфата натрия

| Вид микроорганизма                   | Источник выделения   | Авторы |
|--------------------------------------|--|--------|
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>        | Образцы почвы с берега реки Миначил<br>вблизи г. Коттаям (Керала, Индия)   | [11]   |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i>        | Водоём вблизи г. Варанаси<br>(Уттар-Прадеш, северо-восточная Индия)        | [12]   |
| <i>Pseudomonas mendocina</i>         | —"—  | [12]   |
| <i>Pseudomonas stutzeri</i>          | —"—  | [12]   |
| <i>Pseudomonas alcaligenes</i>       | —"—  | [12]   |
| <i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i> | —"—  | [12]   |
| <i>Pseudomonas putida</i>            | —"—  | [12]   |
| <i>Pseudomonas otitidis</i>          | —"—  | [12]   |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i>       | Вода реки Кызылырмак вблизи г. Кырыккале<br>(Центральная Анатолия, Турция) | [13]   |
| <i>Pseudomonas koreensis</i>         | —"—  | [13]   |
| <i>Pseudomonas baetica</i>           | —"—  | [13]   |
| <i>Pseudomonas migula</i>            | —"—  | [13]   |
| <i>Pseudomonas resinovorans</i>      | —"—  | [13]   |
| <i>Pseudomonas corrugate</i>         | —"—  | [13]   |
| <i>Pseudomonas kilonensis</i>        | —"—  | [13]   |
| <i>Aeromonas veronii</i>             | —"—  | [13]   |
| <i>Delftia acidovorans</i>           | —"—  | [14]   |
| <i>Bacillus cereus</i>               | Водоём вблизи г. Варанаси<br>(Уттар-Прадеш, северо-восточная Индия)        | [15]   |
| <i>Klebsiella oxytoca</i>            | Образцы почвы и воды с автомойки в г. Серданг<br>(Селангор, Малайзия)      | [16]   |

Результаты проведенных исследований указывают на то, что быстрая и эффективная ( $\geq 90\%$  в течение 24 ч) биodeградация додецилсульфата натрия обусловлена естественно встречающимися микроорганизмами природных биоценозов. Это еще раз свидетельствует о роли микробного фактора в защите окружающей среды от загрязнения химическими соединениями, связанного с жизнедеятельностью человека.

(Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 18-7-8-26).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Swisher R.D. Surfactant biodegradation, 2nd ed. Surfactant science series, vol 18. Marcel Dekker, New York. 1987.
2. Singer M.M., Tjeerdema R.S. Fate and effects of the surfactant sodium dodecyl sulfate. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 1993. 133: 95-149.
3. Williams O.B., Rees H.B. Jr. Bacterial utilization of anionic surface-active agents. J.

- Bacteriol. 1949. 58(6): 823-824.
4. Bogan R.H., Sawyer C.N. Biochemical Degradation of Synthetic Detergents: I. Preliminary Studies. Sewage Ind. Wastes. 1954. 26(9): 1069-1080.
  5. Hsu Y.-C. Detergent (sodium lauryl sulphate)-splitting enzyme from bacteria. Nature. 1963. 200 (4911): 1091-1092.
  6. Payne W.J., Feisal V.E. Bacterial utilization of dodecyl sulfate and dodecyl benzene sulfonate. Appl. Microbiol. 1963. 11(4): 339-344.
  7. Payne W.J. Pure culture studies of the degradation of detergent compounds. Biotechnol. Bioeng. 1963. 5(4): 355-365.
  8. Киприанова Е.А., Ставская С.С., Бойко О.И., Кривец И.А. Усвоение додецилсульфата натрия бактериями рода *Pseudomonas*. Микробиол. журн. 1978. 40(4): 503-505.
  9. Ставская С.С., Кривец И.А., Самойленко Л.С. Изучение продуктов бактериального разложения додецилсульфата натрия. Прикл. биохим. микробиол. 1979. 15(5): 790-792.
  10. Кривец И.А., Ставская С.С., Ротмистров М.Н. Рост дрожжей на средах с додецилсульфатом натрия. Микробиол. журн. 1982. 44(6): 29-33.
  11. Ambily P.S., Jisha M.S. Biodegradation of anionic surfactant, sodium dodecyl sulphate by *Pseudomonas aeruginosa* MTCC 10311. J. Environ. Biol. 2012. 33(4): 717-720.
  12. Chaturvedi V., Kumar A. Diversity of culturable sodium dodecyl sulfate (SDS) degrading bacteria isolated from detergent contaminated ponds situated in Varanasi city, India. Int. Biodeterior. Biodegradation. 2011. 65(7): 961-971.
  13. Içgen B., Salik S.B., Goksu L., Ulusoy H., Yilmaz F. Higher alkyl sulfatase activity required by microbial inhabitants to remove anionic surfactants in the contaminated surface waters. Water Sci. Technol. 2017. 76(9-10): 2357-2366.
  14. Yilmaz F., Içgen B. Characterization of SDS-degrading *Delftia acidovorans* and in situ monitoring of its temporal succession in SDS-contaminated surface waters. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 2014. 21(12): 7413-7424.
  15. Singh K.L., Kumar A., Kumar A. *Bacillus cereus* capable of degrading SDS shows growth with a variety of detergents. World J. Microbiol. Biotechnol. 1998. 14(5): 777-779.
  16. Shukor M.Y., Husin W.S., Rahman M.F., Shamaan N.A., Syed M.A. Isolation and characterization of an SDS-degrading *Klebsiella oxytoca*. J. Environ. Biol. 2009. 30(1): 129-134.
  17. Payne W.J., Williams J.P., Mayberry W.R. Primary alcohol sulfatase in a *Pseudomonas* species. Appl. Microbiol. 1965. 13(5): 698-701.

*Поступила 10.12.2018*

*(Контактная информация: Валышев Александр Владимирович – кандидат медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории дисбиозов Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН; адрес: 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11, ИКВС УрО РАН; тел. (3532) 775417; e-mail: [valyshev@esoo.ru](mailto:valyshev@esoo.ru))*

---

---

## LITERATURE

1. Swisher R.D. Surfactant biodegradation, 2nd ed. Surfactant science series, vol 18. Marcel Dekker, New York. 1987.
2. Singer M.M., Tjeerdema R.S. Fate and effects of the surfactant sodium dodecyl sulfate. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 1993. 133: 95-149.
3. Williams O.B., Rees H.B. Jr. Bacterial utilization of anionic surface-active agents. J. Bacteriol. 1949. 58(6): 823-824.
4. Bogan R.H., Sawyer C.N. Biochemical Degradation of Synthetic Detergents: I. Preliminary Studies. Sewage Ind. Wastes. 1954. 26(9): 1069-1080.
5. Hsu Y.-C. Detergent (sodium lauryl sulphate)-splitting enzyme from bacteria. Nature. 1963. 200 (4911): 1091-1092.

6. Payne W.J., Feisal V.E. Bacterial utilization of dodecyl sulfate and dodecyl benzene sulfonate. *Appl. Microbiol.* 1963. 11(4): 339-344.
7. Payne W.J. Pure culture studies of the degradation of detergent compounds. *Biotechnol. Bioeng.* 1963. 5(4): 355-365.
8. Kiprianova E.A., Stavskaya S.S., Bojko O.I., Krivec I.A. Usvoenie dodecilsul'fata natriya bakteriyami roda *Pseudomonas*. *Mikrobiol. zhurn.* 1978. 40(4): 503-505.
9. Stavskaya S.S., Krivec I.A., Samojlenko L.S. Izuchenie produktov bakterial'nogo razlozheniya dodecilsul'fata natriya. *Prikl. biohim. mikrobiol.* 1979. 15(5): 790-792.
10. Krivec I.A., Stavskaya S.S., Rotmistrov M.N. Rost drozhzhej na sredah s dodecil-sul'fatom natriya. *Mikrobiol. zhurn.* 1982. 44(6): 29-33.
11. Ambily P.S., Jisha M.S. Biodegradation of anionic surfactant, sodium dodecyl sulphate by *Pseudomonas aeruginosa* MTCC 10311. *J. Environ. Biol.* 2012. 33(4): 717-720.
12. Chaturvedi V., Kumar A. Diversity of culturable sodium dodecyl sulfate (SDS) degrading bacteria isolated from detergent contaminated ponds situated in Varanasi city, India. *Int. Biodeterior. Biodegradation.* 2011. 65(7): 961-971.
13. Içgen B., Salik S.B., Goksu L., Ulusoy H., Yilmaz F. Higher alkyl sulfatase activity required by microbial inhabitants to remove anionic surfactants in the contaminated surface waters. *Water Sci. Technol.* 2017. 76(9-10): 2357-2366.
14. Yilmaz F., Içgen B. Characterization of SDS-degrading *Delftia acidovorans* and in situ monitoring of its temporal succession in SDS-contaminated surface waters. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2014. 21(12): 7413-7424.
15. Singh K.L., Kumar A., Kumar A. *Bacillus cereus* capable of degrading SDS shows growth with a variety of detergents. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 1998. 14(5): 777-779.
16. Shukor M.Y., Husin W.S., Rahman M.F., Shamaan N.A., Syed M.A. Isolation and characterization of an SDS-degrading *Klebsiella oxytoca*. *J. Environ. Biol.* 2009. 30(1): 129-134.
17. Payne W.J., Williams J.P., Mayberry W.R. Primary alcohol sulfatase in a *Pseudomonas* species. *Appl. Microbiol.* 1965. 13(5): 698-701.

**Образец ссылки на статью:**

Вальшев А.В., Вальшева Н.А. Разрушение анионного поверхностно-активного вещества (додecilсульфата натрия) микроорганизмами окружающей среды. *Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН.* 2018. 4. 4с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2018-4/Articles/VAV-2018-4.pdf>)

**DOI: 10.24411/2304-9081-2018-14023.**