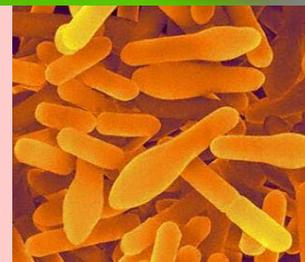


Обнаружена бактерия, вырабатывающая диоксины

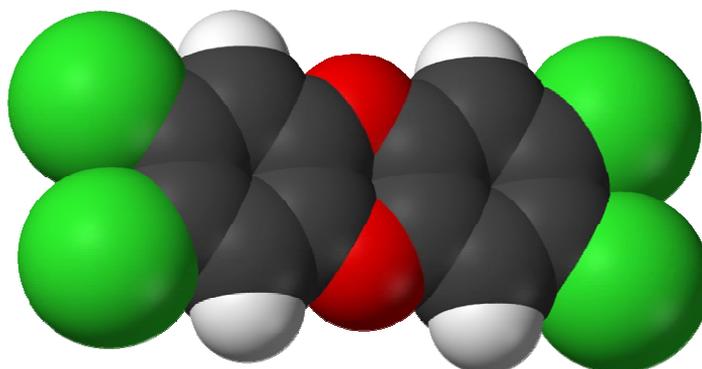


Диоксины – большой класс органических соединений, обладающих исключительно высокой токсичностью. Это самые опасные из небелковых ядов. Величина летальной дозы для диоксинов имеют порядок 0.001 мг/кг живого веса, что существенно меньше аналогичной величины для цианистого калия и таких боевых отравляющих веществ, как зоман, зарин и табун (летальная доза порядка 1 мг/кг). Более низкую летальную дозу имеют только некоторые биологический токсины (например, летальная доза ботулотоксина для человека составляет 5-50 нг/кг массы тела или $5-50 \cdot 10^{-6}$ мг/кг).

Яды биологического происхождения довольно неустойчивы. Вне организма они быстро теряют свои свойства и не способны на длительное время загрязнять окружающую среду. Диоксины наоборот обладают очень высокой устойчивостью. Для распада диоксинов, которые попали в окружающую среду или организм животных необходимы годы и даже десятилетия. Диоксины без труда выдерживают сильное нагревание. Для их обезвреживания необходима температура порядка 900 °С.

Диоксины легко способны накапливаться в организмах человека, животных и растений. Данные соединения обладают мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным и эмбриотоксическим действием.

Самым известным представителем класса диоксинов является 2,3,7,8-тетрахлордибензо[b, e]-1,4-диоксин (или 2,3,7,8-тетрахлор-p-диоксин):



Часто это вещество называют просто диоксином. По сравнению с другими диоксинами 2,3,7,8-тетрахлор-п-диоксин обладает наибольшей токсичностью. Он в 67 тыс. раз ядовитее цианистого калия и в 500 раз стрихнина.

Как показали систематические исследования, диоксины широко распространены в окружающей среде. Частично это можно объяснить антропогенным загрязнением и исключительной устойчивостью данных соединений в экосистемах. Но очень часто высокое содержание диоксинов было отмечено в относительно благополучных экосистемах, которые испытывали минимальное давление со стороны деятельности человека. Ученым не давал покоя вопрос: как образовались эти диоксины? Фактор антропогенного загрязнения исключался. Долгое время поиски источника загрязнения не давали удовлетворительных результатов. Высокое содержание диоксинов в некоторых биоценозах удалось объяснить, но лишь частично.

Недавно было сделано важное открытие, которое значительно изменило наши представления о возникновении и миграции диоксинов в окружающей среде. Два года назад группе британских ученых удалось выделить анаэробную бактерию, вырабатывающую диоксины (в основном несимметричный 2,3,7-трихлор-п-диоксин). Результаты оказались настолько сенсационными, что авторы долгое время не решались их опубликовать, проводя все новые и новые проверки. Наконец сомнений не осталось: обнаруженный микроорганизм действительно производит диоксины, причем в довольно значительных количествах. Новый вид бактерий назвали *Clostridium falsus*.

Открытие поставило массу вопросов, главными из которых были: «как?» и «зачем?». Оказалось, что метаболические циклы *Clostridium falsus* значительно отличаются от таковых для большинства микроорганизмов. Благодаря этому бактерии приобрели высокую устойчивость к диоксинам (особенно - несимметричным) и могут продуцировать их в свое удовольствие. Диоксин для них в 100 раз менее токсичен, чем для нас цианистый калий. Другими словами, *Clostridium falsus* примерно в миллион раз более устойчивы к диоксинам, чем высшие животные. Высокая концентрация диоксинов является смертельной и для этих микроорганизмов, но *Clostridium falsus* предпочитают до этого не доводить: все произведенные диоксины сразу же выделяются во внешнюю среду. Сложный механизм, благодаря которому бактерии вырабатывают диоксины, пока еще не установлен, но ученые уже выдвинули несколько гипотез.

Зачем бактерии производят и выделяют во внешнюю среду столь смертоносные

вещества? Ответить на этот вопрос оказалось просто: борьба с конкурирующими микроорганизмами. С помощью диоксинов *Clostridium falsus* подавляют рост других видов бактерий, претендующих на их питательную среду.



Clostridium falsus

Clostridium falsus живет только в анаэробных условиях, обычные концентрации кислорода для нее смертельны, однако подобно другим бактериям рода *Clostridium*, данные микроорганизмы легко образуют споры и могут находиться в таком состоянии десятки и даже сотни лет. К еде *Clostridium falsus* очень неприхотливы – им подойдут практически любые органические остатки растительного и животного происхождения.

Выдвинута гипотеза, что бактерии, аналогичные *Clostridium falsus* существуют на Земле по крайней мере десятки миллионов лет, причем именно их деятельностью можно объяснить повышенное содержание диоксинов в пробах антарктического льда, поднятого с глубины многих сотен метров.

N.A. Williams, O.I. April *The new species of Clostridium Gram-positive bacteria*. Nature, 460, 472-473 (April 01, 2010)

