

ПРИРОДА

№ 2, 2000 г.

В.С. Петросян

Диоксины: пугало или реальная угроза?

(с) “Природа”

*Использование или распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции*



Образовательный сетевой выпуск
VIVOS VOCO! - ЗОВУ ЖИВЫХ!

<http://www.accessnet.ru/vivovoco>

Диоксины: пугало или реальная угроза?

В.С.Петросян

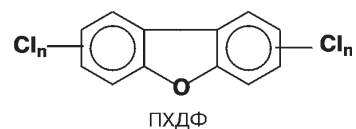
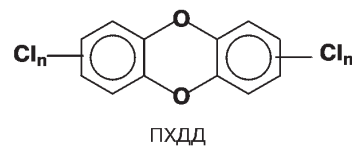
Слово “диоксины” уже не первый год достигает уха жителей России. Совсем недавно в средствах массовой информации били тревогу в связи с тем, что в некоторых экспортируемых мясных продуктах диоксины обнаружены в угрожающих здоровью людей концентрациях. Но просто слышать не значит — знать. А между тем ни в школах, ни в вузах изучение этих веществ не входит в учебные программы. Молодые поколения остаются в неведении относительно того, как отразится на их здоровье и здоровье будущих детей загрязнение окружающей среды этими хлорорганическими соединениями. Что же представляют собой эти вещества, смертельно опасные для всех живых организмов и для людей, в частности? Что нужно предпринимать, чтобы прекратить их поступление в воду, воздух, почву?

Немного истории

Диоксинами называют большую группу высокотоксичных веществ — полихлорированных дибензодиоксинов (ПХДД) и дибензофуранов (ПХДФ)

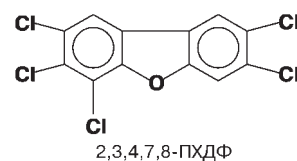
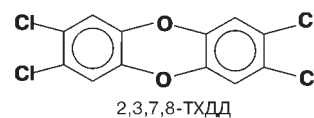


Валерий Самсонович Петросян, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией физической органической химии химического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова, заведующий отделением экологического контроля ВНИИПрироды Госкомэкологии России и Правительства Москвы, член Комитета “Химия и окружающая среда” Федерации европейских химических обществ и Международного совета ученых и инженеров за глобальную ответственность. Научные интересы связаны с химией и токсикологией окружающей среды, физической органической химией и металлоорганической химией.

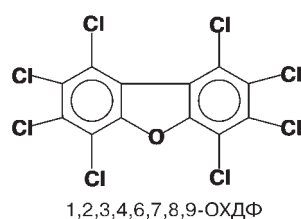
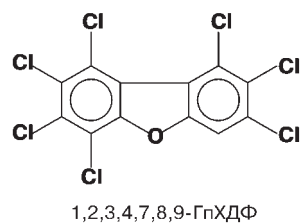
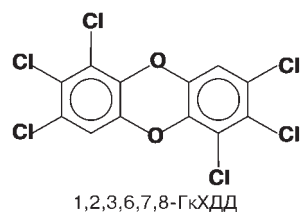


где n — количество атомов хлора. Далее мы будем пользоваться для краткости названиями диоксины и фураны. И те, и другие могут иметь в своем составе четное (обычно 4, 6 и 8) или нечет-

ное (как правило, 5 или 7) число атомов хлора. Тетра-, пента-, гекса-, гепта- и октаизомеры диоксинов и фуранов называют конгенерами.



Глобальные



Известный американский борец за чистоту окружающей среды Б.Коммонер считает¹, что история диоксинов и фуранов началась 26 мая 1971 г. Тогда в небольшом американском городке Таймс Бич (штат Миссури) на грунт ипподрома разбрызгали примерно 10 м³ технического масла, чтобы не поднималась пыль во время скачек. Через несколько дней ипподром был усеян трупами птиц, еще через день заболели наездник и три лошади, а в течение июня погибли 29 лошадей, 11 кошек и четыре собаки. В августе заболели еще несколько взрослых и детей, после чего власти были вынуждены провести специальное исследование, чтобы установить причину этих смертей и заболеваний. Виной оказались диоксины и фураны, концентрация которых в грунте ипподрома достигала 30—53 ppm (долей на миллион). Техническое же масло представляло собой химические отходы производства 2,4,5-трихлорфенола — промежуточного продукта при производстве 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной

кислоты. Это вещество применялось во время войны во Вьетнаме в качестве дефолианта (гербицида, вызывающего опадание листьев), известного под торговой маркой 2,4,5-Т (“Оранжевый реагент”). Как 2,4,5-трихлорфенол, так и 2,4,5-Т могут превращаться (в первом случае с отщеплением двух молекул хлористого водорода, а во втором — двух молекул хлоруксусной кислоты) в 2,3,7,8-ТХДД. Он-то и вызвал смерти и заболевания в Таймс Бич.

Уж если “оранжевый реагент” применялся армией США во Вьетнаме, значит, историю диоксинов надо бы отнести не к 1971-му году, а к более раннему времени. Нужно сразу оговориться, что большинство трагических событий, связанных с диоксинами, до конца 70-х годов были засекречены. Но о хлоракне — кожной болезни людей, занятых в производстве полихлорфенолов (дауцидов) или применявших их для консервации древесины, — сообщения появлялись еще в конце 30-х годов. Из числа дауцидов 2,4,5-трихлорфенол оказался самым опасным. Взрывы на производящих его и 2,4,5-Т заводах приводили к массовым поражениям людей в Великобритании, Нидерландах, США, Италии, ФРГ и во Франции, но только события в трех последних странах тотчас же стали достоянием общественности. В 1957 г. было установлено, что технический трихлорфенол содержит 2,3,7,8-тетрахлордифензодиксин, который и вызывает хлоракне.

В 1961 г. западногерманский исследователь К.Шульц сообщил о чрезвычайной токсичности диоксина для животных и особой опасности его хронического воздействия. Несмотря на это, соли трихлорфенола и гексахлорофен (продукт его переработки) использовались в технике, сельском хозяйстве, медицине, текстильной и бумажной промышленности как вещества, обладающие биоцидными свойствами. Особенно широко стали применяться гербициды — 2,4,5-Т и

другие производные трихлорфенола. Но в печати было полное затишье до конца 70-х годов, если не считать событие 1971-го года в Таймс Бич.

Лишь в последующие годы достоянием широкой общественности стали сведения о выявленных учеными биологических эффектах диоксинов и фуранов. В результате сегодня мы немало знаем о свойствах этих экотоксикантов.

Токсичность диоксинов и фуранов

В США в 1978 г. экспериментальными исследованиями было доказано, что если мыши и крысы получают с пищей диоксины и фураны, то заболевают раком чаще, чем контрольные животные. Были рассмотрены и возможные механизмы индуцирования рака. В результате в 1985 г. Агентство по охране окружающей среды США пришло к выводу, что допустимая суточная доза диоксинов и фуранов для взрослого человека не должна превышать 320 пг и что такая ежедневная доза приводит к риску возникновения рака в течение жизни с вероятностью $1 \cdot 10^{-6}$. Недавно А.Шектер, исследовавший содержание диоксинов и фуранов в продуктах питания, потребляемых в США, установил, что каждый американец на 1 кг своей массы только с пищей ежедневно получает от 0.3 до 3 пг этих токсикантов, и вероятность заболевания раком увеличивается до $(50—500) \cdot 10^{-6}$.

В 1994 г. Агентством по охране окружающей среды США опубликован фундаментальный четырехтомный доклад, в котором рассмотрено воздействие диоксинов и фуранов на человека². Судя по выводам доклада, эти соединения не только проявляют канцерогенный эффект и приводят к возникновению хлоракне. Они также вызывают разрушение эндокринных систем (особенно тех, которые связаны

¹ Коммонер Б. Политическая история диоксинов. М., 1996.

с половым развитием) и пагубно влияют на развитие эмбриона, поражая, в частности, нервную систему плода. С ними связано развитие иммунодефицита и как следствие — повышенная чувствительность к инфекционным заболеваниям.

Если сопоставить, как это сделали А.В.Фокин и А.Ф.Коломиец, минимальную летальную дозу (характеризующую общую токсичность) и полумлетальную дозу диоксинов и фуранов, то выяснится, насколько сильны эти яды³. Их общая токсичность составляет $3.1 \cdot 10^{-9}$ моль/кг, в то время как для яда кураре она равна $7.2 \cdot 10^{-7}$, стрихнина — $1.5 \cdot 10^{-6}$, цианистого натрия — $3.1 \cdot 10^{-4}$, для диизопропилфторфосфата (боевого отравляющего вещества) — $1.6 \cdot 10^{-5}$ моль/кг. Лишь минимальные летальные дозы ядов, вырабатываемых возбудителями ботулизма и дифтерии ($3.3 \cdot 10^{-17}$ и $4.2 \cdot 10^{-12}$), превышают токсичность диоксинов и фуранов. Что же касается значений их полумлетальной дозы, то они варьируют: для кур составяют 0.5 мг/кг, собак — 0.3, кошек и мышей — 0.1, крыс — 0.05 и морских свинок — 0.001 мг/кг.

Несколько лет назад С.С.Юфит провел расчет, основанный на предположении, что из 150 млн жителей России примерно 100 млн человек содержат в своем организме диоксины и фураны, причем у 10% из них концентрация этих соединений достигает опасного уровня⁴ (20 минимальных летальных доз). Если считать, что в этой “референтной группе” заболеваемость и смертность превышают их средний уровень на 20%, и учесть, что в России смертность от рака в начале 90-х годов составляла около 200 человек на 100 тыс. населения, то получится, что в “референтной группе” диоксины и фураны унесли жизни 4 тыс. человек. В США, судя

по аналогичным оценкам, ситуация примерно такая же — около 3500 смертей в год. Относительно влияния диоксинов и фуранов на частоту онкологических заболеваний мы приходим к выводу, что болезнь 5 тыс. человек из 400 тыс. больных в год (данные статистики в начале 90-х годов) вызвана этими хлорированными веществами. Кроме того, у женщин из этой группы в два раза больше гинекологических заболеваний и осложнений беременности, в три — выкидышей, в четыре — мертворожденных детей и т.д., и т.п. Добавим, в 6—8 раз бывает больше врожденных уродств.

О механизме действия диоксинов и фуранов пока, к сожалению, мало что известно, хотя этому посвящаются многие исследования и даже конференции. Считается, что токсические эффекты обусловлены блокировкой диоксинами и фуранами одного из рецепторов (Ah), участвующих в биосинтезе белков.

Но если точный механизм действия этих веществ еще не установлен, то для определения их токсичности разработана международная шкала. Прежде чем воспользоваться ею, чтобы оценить общую токсичность какого-либо образца, нужно узнать, какие изомеры диоксинов и фуранов в нем содержатся и каковы их концентрации. Надо сказать, что в окружающей среде они практически всегда обнаруживаются в виде сложной смеси. Ее качественный и количественный анализ крайне непросто, требует специалистов высочайшей квалификации и очень дорогого оборудования — хроматомасс-спектрометров (их производят несколько западных фирм, а цена составляет в среднем 400 тыс. долл.). Так что один анализ образца воды, почвы, воздуха или биологической пробы обходится примерно в тысячу долларов. Когда установлены состав и концентрация диоксинов и фура-

нов, рассчитывается эквивалент токсичности для каждого из их изомеров умножением его концентрации на коэффициент, или фактор, токсичности. Сумма эквивалентов и будет определять общую токсичность идентифицированных веществ (табл.1).

В разных странах допустимая суточная доза и предельно допустимая концентрация существенно отличаются. Так, в США суточная доза установлена в 0.006 пг/кг массы человека, а в России — 10 пг/кг. Российская ПДК для атмосферного воздуха — 0.5 пг/м³, для питьевой воды — 20 пг/л. Поэтому человек массой 60 кг, потребляющий за день три литра воды, получит лишь 10% допустимой суточной дозы диоксинов и фуранов. Однако не только вода может быть их источником для человека, но и водные организмы. Если мы съедем в день 500 г рыбы с низкой жирностью (до 5%) при содержании диоксинов и фуранов около 50 пг/г жира, то, по расчетам Юфита, в наш организм поступит 1250 пг этих токсикантов, т.е. в два раза больше допустимой суточной дозы.

Если же речь идет, например, о любителях деликатесной байкальской голомянки, которая наполовину состоит из жира и, как показано в наших исследованиях⁵, легко аккумулирует эти хлорорганические соединения, то уровни их накопления будут существенно выше, а следовательно, токсические эффекты окажутся более серьезными.

Надо сказать, что при хлорировании, производимом на станциях подготовки питьевой воды, образование диоксинов и фуранов в заметных количествах маловероятно⁶. Однако загрязнение воды другими хлорорганическими токсикантами — моно- и полихлорзамещенными алканами, алкенами и бензолами — обычно бывает вызвано хлорированием, так как молекулярный хлор взаимодействует с растворенным в природной воде гумусовым веществом.

Диоксины и фураны могут по-

² Estimating exposure to dioxin-like compounds. Washington DC, 1994.

³ Фокин А.В., Коломиец А.Ф. Диоксин — проблема научная или социальная? // Природа. 1985. №3. С.3—15.

⁴ Юфит С.С. Диоксины: основные понятия и проблемы. М., 1996.

Таблица 1
Содержание и токсичность диоксинов и фуранов в американской говядине

| Тип диоксина или фурана | Концентрация, пг/кг | Фактор токсичности | Эквивалент токсичности, пг/кг |
|-------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|
| 2,3,7,8-ТХДД | 19 | 1 | 19 |
| 1,2,3,7,8-ПХДД | 62 | 0.5 | 31 |
| 1,2,3,6,7,8-ГкХДД | 496 | 0.1 | 50 |
| 1,2,3,4,6,7,8-ГпХДД | 1157 | 0.01 | 12 |
| 2,3,4,7,8-ПХДФ | 1783 | 0.5 | 892 |
| 1,2,3,6,7,8-ГкХДФ | 4846 | 0.1 | 485 |
| Итого | 8363 | | 1.489 |

падать даже в организм грудного ребенка. У кормящих матерей Башкортостана, Архангельской, Владимирской, Волгоградской и Нижегородской областей в молоке (при средней жирности около 3%) их обнаружено в среднем 20 пг/г жира. Юфит, основываясь на этих данных, рассчитал, что ребенок массой 5 кг может выпивать только 100 мл молока в день без ущерба для здоровья. Экспериментально доказано, что во время лактации диоксины и фураны экстрагируются из загрязненных ими тканей женщины и попадают в грудное молоко. Оказывается, за весь период вскармливания мать передает ребенку до 40% своих диоксинов и фуранов. Исходя из этого, Юфит рекомендует любой женщине, решившей завести ребенка, отказаться от потребления жирной (молочной, мясной и рыбной) пищи и перейти на вегетарианскую диету (овощи, фрукты, бобовые, хлеб и орехи). Эта рекомендация основана на расчетах американских специалистов. По их результатам жители США из 119 пг диоксинов и фура-

нов, ежедневно поступающих в организм с пищей, 49 пг получают с мясом, 41 — с молочными продуктами, 13 — с птицей, 8 — с рыбой и 4 пг — с куриными яйцами. Кроме того, из воздуха и с пылью поступает еще 3 пг/день. Отметим, в российской говядине по результатам анализа Н.А.Клюева с сотрудниками⁷, диоксинов и фуранов содержится 1.69—5.97 нг/кг, т.е. существенно больше допустимой нормы, которая составляет 0.9 нг/кг.

Основные источники

Приведенное здесь описание последствий, которые вызывают диоксины и фураны, — лишь малая часть того, что сейчас об этом известно. Полихлорированные соединения из-за их высокой устойчивости нельзя нейтрализовать, если ими загрязнена окружающая среда или они оказались в организме. Значит, остается единственным — бороться с источниками их поступления. Каковы же они?

Химическая промышленность — основной поставщик диоксинов и фуранов в окружающую среду. Шведский химик К.Раппе с сотрудниками, пыта-

ясь понять, как эти соединения попадают в воду, провели интересный эксперимент: пропустили через очищенную воду газообразный хлор из баллона, после чего обнаружили в ней токсиканты⁸. Полагая, что они содержатся в самом газе, исследователи изучили состав хлора, получаемого на химических предприятиях электролизом хлористого натрия в воде⁹.

Оказалось, что в газе, продаваемом в баллонах потребителям, концентрация диоксинов и фуранов достигает 650 нг/г. По мнению Раппе и коллег, полихлорированные загрязнители образуются в качестве примесей при взаимодействии хлора с углеродом электродов и кислородом воздуха. Однако, как показано в недавнем исследовании, при замене графитовых электродов на титановые диоксины и фураны по-прежнему присутствуют в хлоре¹⁰. Так что причина их появления в этом газе осталась не выясненной, и чтобы найти ее, нужны новые исследования.

Источники диоксинов и фуранов — предприятия химической промышленности, которые производят хлорорганические пестициды (2,4,5-Т и др.). Но кроме них есть и другие хлорорганические продукты, в технологических процессах получения которых образуются диоксины и фураны. Упомянем лишь три главных, хотя каждому классу хлорорганических продуктов, получение и использование которых представляет собой реальную угрозу здоровью среды и населения, следовало бы посвятить отдельные статьи (и даже книги).

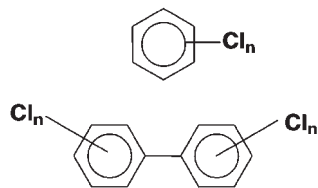
Первый такой технологический процесс — производство хлорбензолов и полихлорированных бифенилов, широко используемых в качестве жидких диэлектриков, смазочных ве-

⁷ Клюев Н. А. и др. // Диоксины: экологические проблемы и методы анализа. Материалы конф., 13—17.02. Уфа, 1995. С.222—226.

⁸ Rappe C. et al. // Chemosphere. 1989. V.19. P.1875—1880.

⁹ Ibid. // Chemosphere. 1991. V.23. P.1629—1636.

ществ, высокотемпературных теплоносителей и гидравлических жидкостей:



(n — количество атомов хлора: в хлорбензолах их может быть от одного до шести, в бифенилах — до пяти).

Второй — производство растворителей ряда хлорзамещенных алканов, в частности, дихлорэтана ($\text{ClCH}_2\text{—CH}_2\text{Cl}$), трихлорэтана ($\text{Cl}_3\text{C—CH}_3$) и этиленхлоргидрина ($\text{ClCH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$).

Третий — производство хлорзамещенных полимеров, и прежде всего — поливинилхлорида ($\text{—ClCH—CH}_2\text{—}$) $_n$.

В целом же многие высокотемпературные химические процессы, в которых участвуют органические и неорганические соединения с одним или несколькими атомами хлора (включая молекулярный хлор), могут давать в качестве побочных продуктов диоксины и фураны.

Целлюлозно-бумажная промышленность по степени загрязнения окружающей среды диоксинами и фуранами в нашей стране стоит на втором месте после химического производства. Чтобы получить целлюлозу из древесины, из нее нужно удалить лигнин (его в древесине около 25%). А он содержит фенольные фрагменты, взаимодействие которых с хлорными реагентами приводит к образованию диоксинов и фуранов (или по крайней мере их предшественников). Получение столь ценимой потребителями белой бумаги требует отбеливания целлюлозы. Для этого традиционно используют либо сам хлор, либо его производные (оксид хлора, хлораты и гипохлориты), и в результате могут обра-

зоваться все те же полихлорированные токсиканты. По поводу загрязнения окружающей среды отходами предприятий целлюлозно-бумажной отрасли постоянно ведутся острые дискуссии в разных странах. Например, представители нескольких правительственных органов США буквально противостоят друг другу в оценке риска для биоты при загрязнении почв диоксинами и фуранами¹¹.

Автомобильный транспорт — относительно новый для нас источник, поставляющий диоксины и фураны. Они выбрасываются с выхлопными газами автомобилей, работающих на топливе с добавками тетраэтилсвинца и 1,2-дихлорэтана (первый используется для повышения антидетонационных свойств топлива, второй — чтобы уменьшить отложения свинца внутри двигателя). В минувшем году, по сообщению С.С.Бариновой, в отделении экологического контроля ВНИИПрироды подсчитано, что автомобили, потребляющие такое топливо, за километр пути выбрасывают в атмосферу около 12 пг 2,3,7,8-ТХДД (в эквиваленте токсичности это равно примерно 500 пг). Кроме него в выхлопных газах содержатся значительные количества некоторых изомеров ГкХДД, а также ОХДД и ОХДФ.

Мусоросжигательные заводы стали основным источником диоксинов и фуранов в западных странах, где бытовые и промышленные отходы считалось проще сжечь, чем захоронить (табл.2). Правда, выделяющееся тепло там не уходит в небо, а используется для получения энергии. Сколько бы мусора ни сжигалось, везде возникает одна и та же проблема — загрязнение окружающей среды токсикантами, более опасными, чем те, которые содержатся в самих отходах.

Как пример государственной

заботы о чистоте окружающей среды особенно показательны Нидерланды. В этой маленькой стране, где сжигалось 40% всех отходов, выбросы диоксинов и фуранов достигали — по эквиваленту токсичности — 611 г/год, что составляло 79% от всего их количества. После принятия в 1990 г. новых государственных нормативов четыре завода были закрыты, а оставшиеся реконструированы таким образом, чтобы соответствовали установленным нормам. В результате эквивалент токсичности диоксинов и фуранов, выброшенных в 1995 г. мусоросжигательными заводами страны, снизился до 4 г, что уже не превышало 7% от суммарного поступления этих токсикантов.

Столь значительное снижение сказало на двух важнейших показателях — на содержании диоксинов и фуранов в пищевых продуктах, потребляемых за день, и в грудном молоке кормящих матерей¹². Первый показатель уменьшился в 1996 г. до 69.6 пг (он составлял в 1989 г. 127.3 пг); дети стали получать с грудным молоком не 163 пг/кг массы, как было в 1989 г., а 68 пг.

В США (как и в России) пока еще есть места для безопасного и строго регламентируемого захоронения высокотоксичных отходов. Поэтому там сжигалось только 16% промышленного и бытового мусора. Но, как выяснилось в исследованиях последних лет, деятельность мусоросжигательных заводов сопровождалась чрезвычайно высокими выбросами диоксинов и фуранов¹³: от ~6000 нг/м³ (в Гонулулу и штате Мэрилэнд) до ~43000 нг/м³ (в штате Вирджиния). Заводы были остановлены — навсегда или на реконструкцию.

В нашей стране заводов, где сжигается мусор, немного, но проблема утилизации отходов существует. Хочется надеяться, что работники коммунальных служб и органов охраны природы, инженеры и конструкторы, представители неправительственных экологических организа-

¹⁰ Formation and sources of dioxin-like compounds (A background issue paper for USEPA). Springfield, 1996.

¹¹ Meyn O. et al. // Environ. Toxicol. Chem. 1997. V.16. P.1789—1801; Gillespie W.J. // Ibid. 1999. V.18. P.109.

Таблица 2
Сжигание отходов в развитых странах

| Страна | Количество заводов | Сжигаемый мусор, % | Мусор, сжигаемый с получением энергии, % |
|----------------|--------------------|--------------------|--|
| Япония | 1900 | 75 | Почти весь |
| Франция | 170 | 42 | 67 |
| США | 168 | 16 | Неизвестно |
| Италия | 94 | 18 | 21 |
| Германия | 47 | 35 | Неизвестно |
| Дания | 38 | 65 | Почти весь |
| Великобритания | 30 | 7 | 33 |
| Швеция | 23 | 55 | 86 |
| Испания | 22 | 6 | 61 |
| Канада | 17 | 9 | 7 |
| Нидерланды | 12 | 40 | 72 |

Примечание. Приведенные данные относятся к 1990 г. и цитируются по: Waste Incineration and the Environment / Eds R.E.Hester and R.M.Harrison. Manchester, 1994 (Great Britain).

ций будут понимать свою высочайшую ответственность перед обществом, принимая те или иные решения по этой проблеме.

* * *

Все сказанное — лишь очень краткое изложение того, что представляют собой порожденные человеческой деятельностью диоксины и фураны. Попадая в воду, воздух, почву, они накапливаются не только там, но и проникают по трофическим цепям во все живые организмы (включая человека) и становятся опасными не меньше, а возможно, и больше, чем радионуклиды (тем более что обнаруживать эти полихлорированные токсиканты гораздо сложнее). Реальность угрозы тотального загрязнения окружающей среды полихлорированными токсикантами уже осознана в ряде развитых

стран, прежде всего — в Нидерландах, США, Германии и Японии. Там приняты обширные и стабильно финансируемые программы исследований и практических мер, которые позволяют определить уровни загрязнения различных объектов окружающей среды диоксинами и фуранами и предотвратить их выбросы и сбросы. Выполнение подобных программ в тех же Нидерландах привело к снижению эквивалента токсичности этих токсикантов в атмосферном воздухе с 620 г в 1988 г. до 100 г в 1995 г. В Германии в 1990 г. общие выбросы составили примерно 850 г эквивалента токсичности, а к 2000 г. они уменьшатся до 8 г. В России сделан лишь первый шаг в решении этой важнейшей государственной проблемы — создана Федеральная программа «Защита окружающей природной среды и населения от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов на 1996—1997 го-

ды». В настоящее время готовится новая программа на 2000—2005 гг.

Мир постепенно осознает, что проблему загрязнения диоксинами и фуранами невозможно решить иначе, как отказавшись от повсеместного использования хлора и его аналогов. Эту идею еще несколько лет назад принципиально не воспринимали представители тех областей хозяйственной деятельности (химической и других отраслей промышленности, а также транспорта, энергетики и сельского хозяйства), где широко используются хлор и хлорсодержащие продукты. В последнее время появляются сторонники этой мысли в правительственных кругах развитых стран. Так, еще в 1994 г. президент США поддержал вывод Международной объединенной комиссии США и Канады по решению проблемы загрязнения Великих озер о необходимости исключить из промышленных процессов использование хлора и его соединений. Правительства Нидерландов, Швеции, Австрии, Германии, Швейцарии, Дании, Норвегии, Испании, Австралии, Индонезии, Канады и Японии одобрили отказ фирм от использования поливинилхлорида в производстве бутылок, упаковок и кабелей, изготовлении детских товаров, в строительстве общественных зданий. Крупнейшие автомобильные концерны «Вольво» и «СААБ» уже с 1997 г. не используют этот полимер. Многие лаборатории мира (в том числе и наша) ведут интенсивный поиск новых способов получения полимерных материалов, не содержащих хлор.

Этот элемент, проникший во все сферы нашей жизни, высокотоксичен сам по себе, ядовиты и все хлорорганические продукты (пестициды, растворители, полихлорированные бифенилы, поливинилхлорид и др.). Теперь мы знаем, что их получение, использование и утилизация приводят к появлению в окружающей среде еще более токсичных соединений — диоксинов и фуранов. Долг всех причастных к их появ-

¹² Furst P., Wilmer K. // Dioxin-97. 1997. V.33. P.116—121.

¹³ Waste Not. 1995. №346.

лению — прекратить поступление в среду нашего обитания веществ, столь грозных для здоровья населения и всего живого на Земле. ■

В апреле 1999 г. Центр управления полетами НАСА США (Пасадена, штат Калифорния) провел шестую плановую корректировку траектории, по которой американская межпланетная станция "Кассини" следует к Сатурну. Бортовой двигатель был включен всего на 2 мин, после чего аппарат перешел на орбиту, которая должна была привести его в окрестности Венеры 24 июня того же года. Для этого скорость полета была увеличена на 11.5 м/с и составляет теперь относительно Солнца 20.02 км/с.

Большая часть бортовой научной аппаратуры "Кассини" пока не приведена в рабочее состояние. Тем не менее до подхода к Сатурну, запланированному на 2004 г., предполагается несколько сравнительно кратковременных ее

включений с целью наблюдения как отдельных объектов Солнечной системы, так и межпланетной среды.
Astronomy and Geophysics. 1999. V.40. №2. P.217 (Великобритания).

В водах Тихого океана и Средиземного моря обнаружены два вида ранее не известных одноклеточных водорослей — *Bolidomonas pacifica* и *Bolidomonas mediterranea*.

Наблюдая под микроскопом культуру водорослей из вод экваториальной зоны Тихого океана, Л.Гийу (L.Guillou; Центр исследований по океанографии и морской биологии в Роскофе, Франция) заметила одноклеточную водоросль размером в 1.2 мкм, перемещавшуюся, как броуновская частица, со скоростью до 1 мм/с. Анализ ее

морфологии, фотосинтетических пигментов, а также последовательности одного из участков РНК показал, что эта одноклеточная водоросль родственна микроскопическим диатомеям, в изобилии населяющим прибрежные воды. Однако отнести ее к диатомеям нельзя ввиду отсутствия кремневой оболочки. Поэтому исследовательница предложила выделить открытый вид в отдельное семейство — бolidофицевые (*bolidophycees*). Основанием для такого названия послужила высокая подвижность водоросли.

Science et Vie. 1999. №981. P.20 (Франция).

Коротко