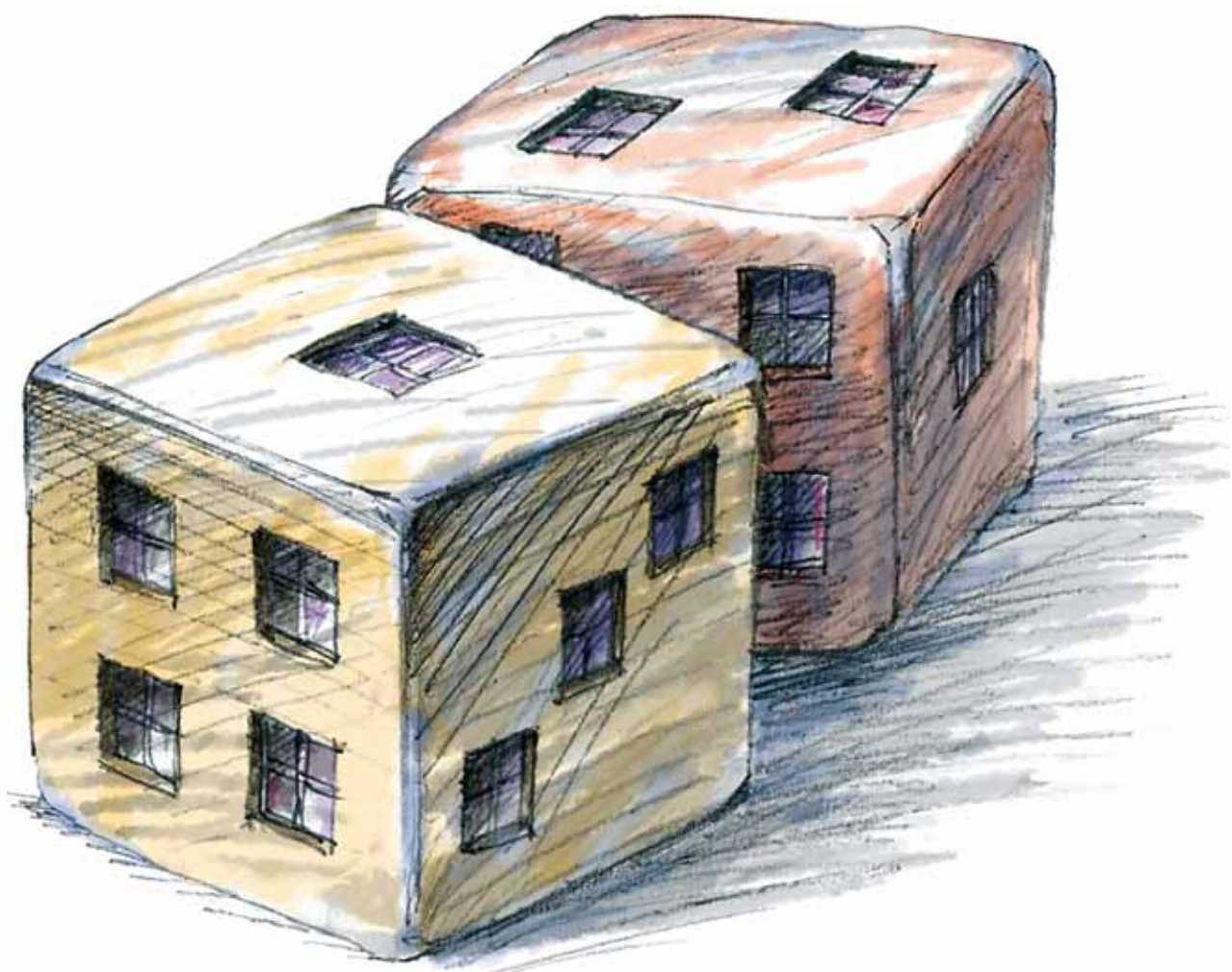




₹

∞
2010

ЖИЗНИ И ВМШХ







НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клешенко
Главный художник
А.В.Астрин

Редакторы и обозреватели

Б.А.Альтшулер,
Л.А.Ашкинази,
В.В.Благутина,
Ю.И.Зварич,
С.М.Комаров,
Н.Л.Резник,
О.В.Рындина

Технические рисунки
Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 3.08.2010

Адрес редакции:
105005 Москва, Лефортовский пер. 8
Телефон для справок:
8 (499) 267-54-18
e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:
<http://www.hij.ru>;
<http://www.informnauka.ru>

При перепечатке материалов ссылка
на «Химию и жизнь — XXI век» обязательна.

© АНО Центр НаукаПресс



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Бриана Кронина. Чудесные
растения из сказочных лесов продол-
жают удивлять и после долгого
знакомства. Об этом читайте
в статьях «Лучшие кофейные зерна»
и «Какао — пища богов».

*А может быть,
наше представление
о человеке страдает
антропоморфизмом?*

Станислав Ежи Лец

Содержание

Роснаука			
ВСЁ СЕРЫЕ, КАРИЕ, СИНИЕ ГЛАЗКИ...	2		
ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ В ЛУЖЕ	2		
ПОЖИРАТЕЛИ ФЕНОЛА	3		
Проблемы и методы науки			
ПОКУШЕНИЕ НА АБСОЛЮТНЫЕ ИСТИНЫ. М.М.Левицкий, Д.С.Перекалин	4		
НАНОКОНТАКТ К НАНОТРУБЕ. А.И.Воробьева	8		
Мифы нашего времени			
ИНТЕЛЛЕКТ: СРЕДА ИЛИ ГЕНЫ. В.С.Фридман М.В.Фридман	14		
Химики — нобелевские лауреаты			
СИРИЛ ХИНШЕЛЬВУД: КИНЕТИКА ХИМИИ И ЖИЗНИ. Н.В.Кулькова, А.С.Садовский	20		
Расследование			
КОНДИЦИОНЕРЫ: ПРОХЛАДА НЕ ЗАМЕНИТ СВЕЖЕСТЬ. И.Ветрова	24		
Фотоинформация			
ДЕРЕВЬЯ, ПОБИТЫЕ МОЛЬЮ. Е.Котина	28		
Расследование			
ПРО МЕДИЦИНСКИЕ ГРИБЫ. С.Анофелес	30		
Технологии			
КВИНТЭССЕНЦИЯ ВЕШЕНКИ. С.М.Комаров	35		
Вещи и вещества			
УГЛЕРОДНЫЕ ЗВЕЗДЫ. М.Ю.Корнилов	38		
Земля и ее обитатели			
ЛУЧШИЕ КОФЕЙНЫЕ ЗЕРНА. Н.Л.Резник	40		
Что мы едим			
КАКАО — ПИЦА БОГОВ. Я.И.Яшин.	44		
Проблемы и методы науки			
ВНУТРЕННЯЯ РЫБА. Нил Шубин.	46		
Дискуссии			
ХИМИЯ В «РАСПИСАНИИ НА ЗАВТРА». Е.Стрельникова	52		
Что мы едим			
ИКРА. Н.Ручкина	56		
Фантастика			
ПЕРЕХОД. Оксана Тесленко	58		
Материалы нашего мира			
ЧЕМ БОЛЕЮТ БРОНЗОВЫЕ ПАМЯТНИКИ. М.Демина	64		
ИНФОРМАЦИЯ	27, 51	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	12	ПИШУТ, ЧТО...	62
ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	26	ПЕРЕПИСКА	64
КНИГИ	39		



ВСЁ СЕРЫЕ, КАРИЕ, СИНIE ГЛАЗКИ...

Хорошо поэтам и писателям воспевать бездонные черные или небесно-голубые очи героев, а для ученых точное определение цвета радужной оболочки глаза — серьезная задача, где вольности неуместны. Антропологам нужно адекватно описывать биоразнообразие нашего вида, генетикам — выяснять тонкие связи между цветом глаз и генами. Не забудем и про изготовление глазных протезов — согласно данным статистики, на каждую тысячу россиян в протезировании нуждаются двое-трое. Поэтому цвет глаз необходимо обозначать точно, без лирики и без потери информации.

Для этого существует шкала выдающегося советского антрополога В.В.Бунака (есть и другие, но шкала Бунака считается самой удачной). Все разнообразие человеческих глаз она делит на три группы: темный, смешанный и светлый, а каждую из них, в свою очередь, на четыре класса. К первой группе относятся черные, темно-карие, светло-карие и желтые глаза, ко второй — буро-зеленые или буро-серые, зеленые, серо-зеленые и серые с желтым венчиком, к третьей — серые, серо-голубые, голубые и синие. Бездонно-черные очи — по Бунаку, первый класс, а «глаза как два топаза» — четвертый, хотя, возможно, и шестой. За рубежом используют шкалу Мартина — Шульца, в ней 16 классов.

К сожалению, не все вузы, не говоря о школах, имеют возможность приобрести истинную шкалу Бунака — 12 глазных протезов. Приходится сравнивать глаза со словесными описаниями и фотографиями, что может вести к неточностям, особенно при малом опыте. И даже специалист иногда задумается, назвать ли конкретный глаз серым или серо-голубым? А отсюда вопрос: как интерпретировать антропологические описания, как сравнивать их между собой? Особенно наши с зарубежными, 12 классов с шестнадцатью или сорока...

У поклонников современных технологий ответ готов: все оцифровать.

Если представить изображения в виде файлов и создать программу, автоматически определяющую все особенности цвета радужки, это облегчит классификацию новых данных. Если возникнут разногласия, к сохраненному в компьютере изображению всегда можно будет вернуться. А можно обработать одну и ту же базу данных сначала «по Бунаку», потом «по Мартину».

Чтобы цвет глаз перестали определять «на глаз», сотрудники кафедры антропологии биофака МГУ им. М.В.Ломоносова и МГТУ им. Н.Э.Баумана («Морфология», 2010, т.137, № 2) впервые создали программное обеспечение, которое объективно «рассматривает» радужную оболочку и относит ее к одному из 12 классов шкалы Бунака.

Программе нужно было приобрести опыт, поэтому антропологи сначала собрали массив данных. В исследовании приняли участие 578 студентов московского и калмыцкого вузов. Глаза добровольцев подсвечивали галогеновой лампой и снимали на видеокамеру со стабильными характеристиками цветочувствительности. Разрешение составляло 1000 dpi — ни одна крапинка в глазу не оставалась незамеченной. Затем компьютерной программе предъявили обучающую выборку и построили распределения цветовых координат в различных зонах глаз. Таким образом, цветовые особенности радужки получили строгое математическое описание. После этого, «заглянув» в новый глаз и определив эти координаты для него, программа может отнести его к определенному классу. Есть у программы и режим визуализации — она умеет показывать характерные и редкие окраски сетчатки для каждого класса.

«Внедрение методики автоматического определения цвета радужной оболочки в антропологические исследования позволит значительно улучшить и ускорить сбор материала в экспедиционных условиях, — пишут авторы работы. — Достаточно получить изображения, а их обработку можно проводить после завершения экспедиции».

Точность, с которой программа классифицирует глаза, пока еще не достигла ста процентов. Черные, карие и синие глаза она определяет хорошо, а вот различные типы серых и серо-зеленых глаз иногда путает. Видимо, чтобы повысить квалификацию, ей нужно еще поработать в режиме обучения. Ведь человек-антрополог должен съездить не в одну экспедицию, прежде чем станет настоящим специалистом.

ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ В ЛУЖЕ

Цианобактериальное сообщество — одно из древнейших на Земле. Миллиарды лет назад колонии этих микроорганизмов уже активно заселяли разные уголки планеты, было бы в них немного света и воды. И до сих пор они первыми осваивают самые неудобные для жизни места. Ученые на примере рукотворной лужи попытались понять, каким образом цианобактериальное сообщество распространяется, как захватывает новый для себя участок. Выяснилось, что микроорганизмы не только быстро и уверенно расселяются по никем еще не обжитой территории, но и изменяют условия жизни на ней под свои нужды.

Из-за непрекращающейся жары на европейской территории России многие, наверное, успели позабыть, как выглядит лужа. Но в целом это очень распространенное явление: прошедший дождь оставляет после себя тысячи небольших и неглубоких водоемов, потенциальных биогеоценозов. Однако условия для развития жизни в луже спартанские. Дождевая вода — ультрапресная, она содержит мало солей и минералов. Основным источником поступления вещества в лужу — дождевой смыв, несущий взвешенные органические и неорга-



нические частицы, чаще всего просто глину. Кроме того, ограничен и сам срок жизни лужи — как правило, это несколько недель, поэтому и живое сообщество в ней будет недолговечным, или, как говорят ученые, эфемерным.

Для моделирования условий лужи ученые взяли некоторое количество суглинки, тщательно отмыли его от остатков органики и крупных минеральных частиц. Полученную однородную суспензию — взвесь глинистых частиц, в основном состоящих из минерала монтмориллонита, — поместили в контейнер размером 11 на 22 см. Через неделю суспензия разделилась на более плотный слой глинистой взвеси толщиной в полсантиметра и двухсантиметровый слой прозрачной воды над ней. Также в контейнер на поверхность воды поместили кусочек цианобактериальной пленки из устойчивого сообщества, шесть лет развивавшегося в похожих условиях. В этой пленке обитали в основном цианобактерии родов *Oscillatoria*, *Phormidium* и *Anabaena*, а также хлорококковые зеленые водоросли. В общем, все как в классическом английском детективе: замкнутое пространство, небольшой круг участников. Разница лишь в том, что по сценарию ожидалось не убийство, а наоборот — активное расселение микроорганизмов в предоставленном им объеме.

И действительно, вскоре от «посевного» кусочка пленки по поверхности воды и по верхнему слою глинистой суспензии стали расселяться бактерии — палочки небольших размеров. Они располагались в один слой и крепились друг к другу с помощью выделяемой слизи. По образовавшейся тонкой пленке начали распространяться короткие цепочки из трех—пяти клеток цианобактерий — так называемые гормогонии, служащие для их расселения. Так прошла первая неделя жизни нового сообщества.

Затем гормогонии рода *Phormidium* стали расти, удлиняться и образовывать вегетативные нити — трихомы. Они проникали под верхний слой глинистой взвеси, отделяемые от поверхности расстоянием в десяток микрон. Поскольку они питаются за счет фотосинтеза, а слой суспензии над ними рассеивал свет, то слизистую оболочку нитей покрывали прилепившиеся крупные минеральные частицы, которые собирали свет, словно линзы.

Уже через две недели нити *Phormidium* образовали весьма прочную кожистую пленку, пронизав слой глинистой суспензии толщиной около миллиметра.

Другой род цианобактерий, *Anabaena*, начал осваивать верхнюю часть пленки. Примерно через месяц вся ее поверхность была усеяна редкими зелеными точками колоний, соединенных жгутами в общую сеть. На этом формирование цианобактериального мата — так называют пленку, образуемую этим сообществом, — закончилось. Цианобактерии активно фотосинтезировали, образовывая под пленкой хорошо заметные пузырьки газа. А через пять недель после начала эксперимента все сообщество благополучно умерло, причем сначала погибли нити *Phormidium*, а затем и сеть колоний *Anabaena*. Впрочем, высыхая пленка способна начинать новый жизненный цикл, если ее вновь затопит вода.

Что особенно интересно, цианобактерии способны изменять минеральную структуру лужи. Так, в составе пленки увеличилось содержание неглинистых материалов — например, кварца здесь оказалось 15%, а в исходной глинистой суспензии — всего 7%. Кроме того, в пленке на 5% выросло содержание SiO_2 и на 4% упала доля Al_2O_3 . Причина в том, что слизь, образующая чехлы микроорганизмов, задерживала более крупные частицы кварца и полевых шпатов, а мелкие и плотные частицы глины оседали на дно сосуда. Кроме того, сама слизь, выделяемая цианобактериями, меняла структуру суспензии, «склеивая» верхний слой и препятствуя взмучиванию.

Разумеется, в каждом конкретном случае развитие сообщества может идти своим путем. Но описанные закономерности, вполне возможно, будут общими для очень многих случаев.

ПОЖИРАТЕЛИ ФЕНОЛА

Чего только нет в сточных водах нефтеперерабатывающих и химических предприятий! Один из самых неприятных компонентов — ядовитые фенолы и их производные. Убрать их из воды химическими методами сложно. Но можно воспользоваться услугами микробов, которые умеют разлагать фенол.

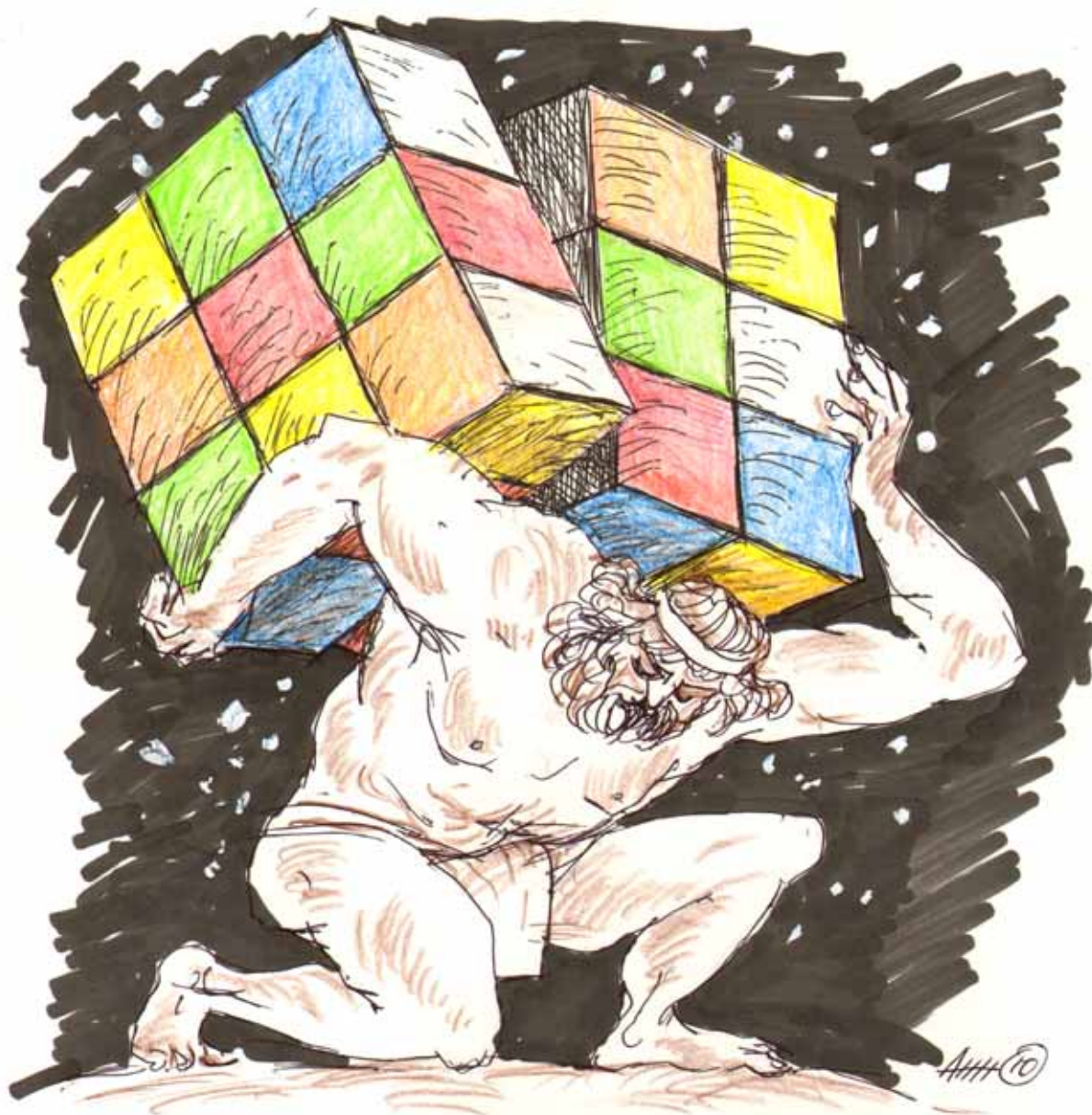
Описано много культур-деструкторов фенола. Однако они работают только при низких концентрациях ядо-

витого вещества, не выше 0,7 г/л, либо очень чувствительны к присутствию других соединений в сточных водах и перестают размножаться, как только «почуют» их.

Поисками идеала занялись сотрудники Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения РАН (Пермь) и Института биохимии и физиологии микроорганизмов РАН (Пушино). Исследователи сделали ставку на грамположительную бактерию *Rhodococcus opacus* 1G. Штамм этой бактерии ученые выделили из почв, загрязненных нефтью, в районе Самары и занялись его исследованием. Оказалось, что он способен использовать в качестве единственного источника углерода и энергии целый букет ароматических соединений — фенол, бензоат, 4-метилбензоат, пара-крезол, 4-хлорфенол, гербицид 2,4-дихлорфеноксикацетат и др. Разрушение фенола происходит с образованием пирокатехина, который затем подвергается дальнейшему расщеплению. Эту работу выполняют ферменты, содержащиеся в бактериях, — пирокатехин-1,2- или 2,3-диоксигеназы.

Важно, что бактерии обращали внимание только на фенол. Присутствие же других веществ в среде никак не влияло на их поведение. Однако производительность этих бактерий была не столь высока, как хотелось. И тогда исследователи прикрепили клетки к поверхности поликапримидных волокон и стали прокачивать сквозь них растворы фенола. Интересно, что иммобилизация клеток на волокне и движение среды через него сильно снижают токсическое действие фенола на микроорганизмы. В результате концентрацию ядовитого вещества удалось поднять до 2,2 г/л, и бактерии продолжали работать, разлагая фенол в растворе.

Исследователи считают, что штамм *R. opacus* 1G в иммобилизованном состоянии способен полностью утилизировать фенол в концентрации до 2,2 г/л, поэтому его можно отнести к лучшим деструкторам, описанным сегодня в научной литературе. Хорошо бы, чтобы эти «лучшие деструкторы» добрались до фенольных производств и поработали на очистке их стоков.



Покушение на абсолютные ИСТИНЫ

Кандидаты
химических наук
М.М. Левицкий,
Д.С. Перекалин

*Крохотный факт стоит целого сонма
несбыточных грез.*
Ральф Эмерсон

Химия — интересная наука. Несмотря на то что в ней много накопленных результатов, законов и правил, в ней все еще случаются неожиданности. Расскажем о тех случаях, когда удалось осуществить то, что казалось невозможным.

Исправим учебник химии

*Только не обещайте исправить положение вещей,
а то опять каких-то вещей недосчитаемся!*
Михаил Мамчич

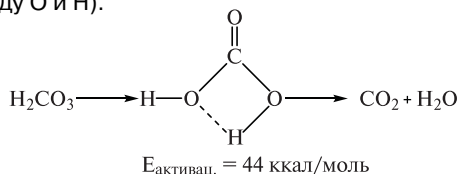
Сразу надо отметить, что это исключительно редкий случай — ведь в учебниках содержатся знания, отшлифованные и проверенные десятилетиями. Тем не менее бывают сюрпризы. Практически в каждом учебнике сказано, что угольная кислота H_2CO_3 в свободном виде не существует, она быстро распадается с образованием CO_2 и воды. Мы это часто наблюдаем, открывая газированные напитки. Вот, например, фраза из учебника «Начала химии» (авторы Н.Е. Кузьменко, В.В. Еремин, В.А. Попков): «Свободная углекислота неизвестна, так как она неустойчива и легко разлагается...» Результат был проверен столько раз, что не вызывал никаких сомнений. Совсем недавно оказалось, что в это утверждение можно внести поправку.

Если протонировать безводный бикарбонат калия KHCO_3 при низкой температуре ($-110\text{ }^\circ\text{C}$), то атом К замещается водородом и образуется угольная кислота H_2CO_3 . Нашли и более простой способ — нагревать в высоком вакууме бикарбонат аммония:

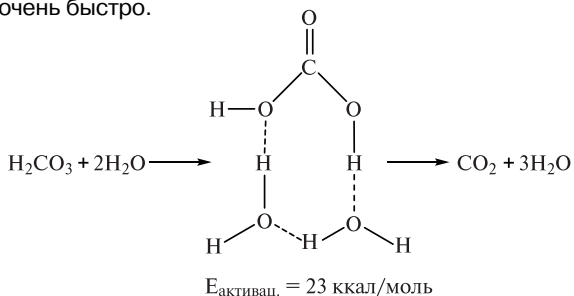


Чистая угольная кислота настолько стабильна, что не разлагается при сублимации в вакууме. Объяснение этого па-

радокса нашли с помощью расчетов. Выяснилось, что для разложения безводной угольной кислоты требуется преодолеть энергетический барьер в 44 ккал/моль — так называемую энергию активации. При этом разложение проходит через труднообразующийся переходный комплекс, содержащий четырехчленный цикл (пунктиром показана водородная связь между O и H).



Почему же угольная кислота так быстро разлагается в воде? При обычном способе получения, когда есть вода, легко образуется восьмичленный переходный комплекс с участием двух молекул воды. В этом случае энергетический барьер разложения почти вдвое ниже (24 ккал/моль), поэтому оно происходит очень быстро.



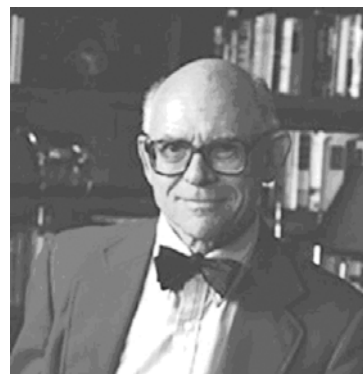
Угольная кислота в свободном виде интересна не только с теоретической точки зрения. Это открытие позволило по-новому взглянуть на процесс дыхания. Полагают, что образование H_2CO_3 в живом организме из CO_2 и H_2O катализируется специальным ферментом, и именно это позволяет осуществлять быстрый перенос углекислого газа из клеток в кровь, чтобы потом удалить его через легкие. Кроме того, поскольку свободная угольная кислота получена и изучен ее спектр, астрономы полагают, что теперь ее можно будет обнаружить методами спектрального анализа в атмосфере планет Солнечной системы.

Охапка валентных связей

Отдельные мысли похожи на лучи света, но они утомляют, когда собраны в сноп.
Пьер Буаст

Сколько может быть связей между двумя атомами? Атомы могут быть соединены одной простой связью в этане ($\text{CH}_3\text{-CH}_3$), двумя — в этилене ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) и тремя связями, например, в ацетилене ($\text{CH}\equiv\text{CH}$), молекуле азота ($\text{N}\equiv\text{N}$) и в нитрильной группе ($-\text{C}\equiv\text{N}$). Кратные связи не так уж редки и между атомами металлов, но узнали мы об этом сравнительно недавно.

До 70-х годов XX века химики даже не подозревали о том, что возможны соединения, которые содержат фрагмент $\text{M}\equiv\text{M}$ (M — металл). Химикам была известна комплексная соль хлоридов цезия и рения $\text{CsCl}\cdot\text{ReCl}_3$, которую изображали по правилам координационной химии непосредственно вокруг рения, иначе говоря, в его координационной сфере, находятся четыре иона Cl^- , а катион Cs^+ расположен вне этой сферы $\text{Cs}^+[\text{ReCl}_4]^-$ (координационную сферу изображают квадратными скобками). В 1963 году американский химик Фрэнк Альберт Коттон (Массачусетский технологический институт), изучив эту соль с помощью рентгеноструктурного анализа, установил, что истинный ее состав соответствует утроенной формуле $\text{Cs}_3^+[\text{Re}_3\text{Cl}_{12}]^{3-}$. Но самое главное — атомы рения рас-



Ф.А. Коттон

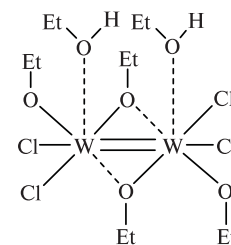
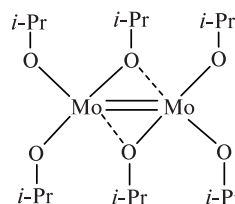
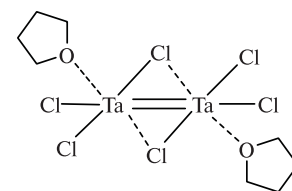
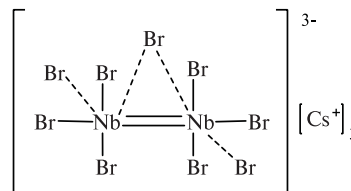
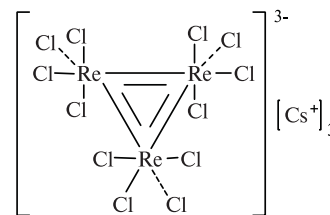


ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

положены в вершинах треугольника и связаны между собой двойными связями.

Как же Коттон установил, что связи между атомами металла двойные? Структурные исследования показали, что расстояние Re-Re заметно меньше, чем в соединениях рения с простой связью, и короче, чем такие же расстояния между атомами в металлическом рении. Затем с помощью квантово-химических расчетов удалось определить порядок связи (ее кратность) — она оказалась равной двум.

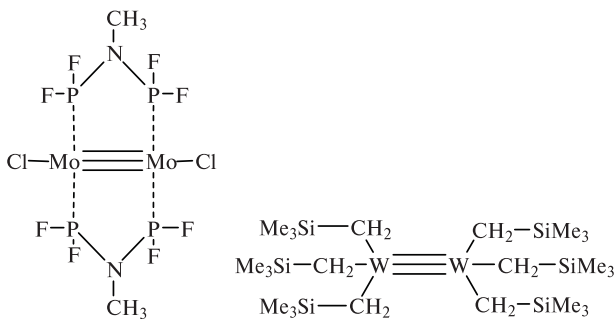
С этого соединения начался новый раздел химии, изучающий кратные связи между атомами металлов. Затем обнаружили подобные структуры с ниобием, танталом, молибденом, вольфрамом.



Конечно, эти все соединения отличаются друг от друга: в некоторых есть мостиковые лиганды — атомы, которые связаны одновременно с двумя атомами металла. Лигандами могут быть не только ионы, но и нейтральные молекулы: тетрагидрофуран ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$) или этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Общее у всех этих молекул — двойная связь между атомами металлов. А какая же при этом у металлов степень окисления? То есть сколько электронов они отдают на образование связей? Для того чтобы это определить, надо пересчитать количество валентных палочек, отходящих от атома (двойную связь считаем как две палочки, а пунктирные координационные связи не учитываем). Таким образом, мы получим: Re(VII), Nb(V), Ta(V), Mo(V), W(VI). Это знание оказалось важным при получении последующих соединений.

Следующий шаг был совершенно логичным. Если углерод и азот образуют тройные связи, то, может быть, это возможно и для металлов? Предположение оказалось правильным, и вновь это доказал Коттон на соединениях рения.

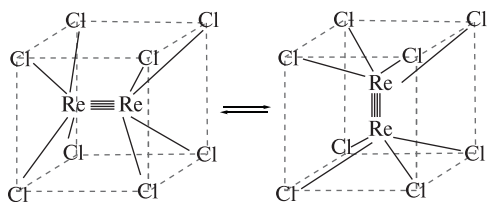
Соединение весьма необычно, ведь атомы рения в нем имеют различную степень окисления — VII и IV. Конечно, получение такого соединения можно считать удачей, ведь лиганд весьма нестандартный (дитиогексан), поэтому его поиск наверняка был весьма напряженным. Вслед за этим и другие химики смогли получить «троевязанные металлы» Mo, W, Os и прочие. Обычно так и бывает: как только кто-то один покажет, что «невозможное» возможно, сразу оказывается, что подобное могут сделать и другие.



Естественно, единого способа получения таких соединений нет. Каждый металл предпочитает свое индивидуальное окружение, поэтому синтез любого из них — это терпеливый поиск и экспериментальное мастерство. Интересно, что соединение с осмием выглядит как своего рода нановентилятор: вокруг металла находятся четыре лиганда (оксипиридина), расположенные наподобие четырехлопастной турбинки. Эта турбинка может свободно вращаться вокруг оси Cl-Os≡Os-Cl.

А возможна ли четверная связь? У углерода и азота вряд ли, поскольку в соединениях с тройной связью уже использованы все имеющиеся у них *s*- и *p*-электроны, и сделать еще одну связь просто не из чего. Зато такая возможность есть у переходных металлов, которые отличаются от непереходных тем, что дополнительно содержат неспаренные *d*-электроны. Вы, наверное, опять подумали про рений и Коттона. Так оно и есть! Коттону даже не пришлось подбирать хитроумные лиганды — надо было лишь правильно расшифровать структуру известной комплексной соли $K_2Re_2Cl_8$.

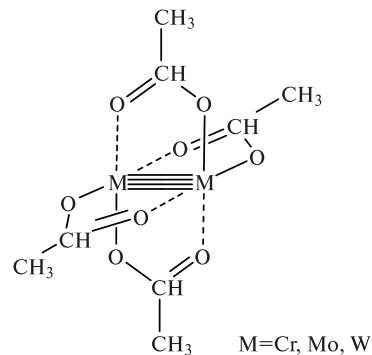
Ученые также получили аналогичные соединения с другими катионами (Na^+ , Cs^+) и анионами (сульфатными, изоцианатными, карбоксилатными и многими другими). Группировку $[Re_2Cl_8]^{2-}$ Коттон назвал классическим образцом четырехкратной связи. У этой молекулы есть одно необычное свойство: атомы рения, оставаясь связанными между собой, могут повернуться и занять перпендикулярное положение, а атомы хлора, расположенные в вершинах воображаемого куба, при этом остаются неподвижными.



Два соединенных атома рения вращаются внутри кубической емкости, и все это немного напоминает рыбку в аквариуме. Если мы вспомним еще упомянутый ранее «нановентилятор», то ста-

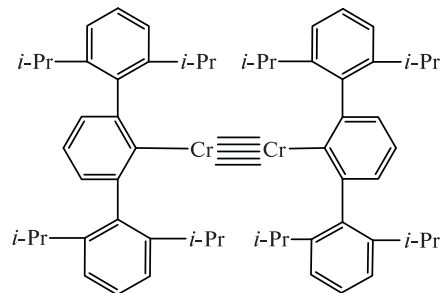
нет понятно, что наши представления о жесткости химических связей придется пересмотреть.

Можно привести и другие примеры соединений с четверной связью — например, ацетаты хрома, молибдена и вольфрама.



Для них также не потребовалось сложного синтеза, поскольку это обычные, давно известные ацетаты металлов. Просто раньше никто не мог предположить, что в них металлы связаны таким образом. Интересно, что соединений с фрагментом $M \equiv M$ синтезировано гораздо больше, чем с двойной и тройной связью, вместе взятых. Например, только молекул с четырехсвязными атомами Mo получено больше ста. Сегодня такие соединения стали вполне привычными и никого не удивляют, но химия приготовила еще сюрприз.

Получена уже пятикратная связь между двумя атомами металла, на этот раз хрома. Открыл это соединение в 2005 году американский химик Ф.П.Пауэр (Калифорнийский университет).



Согласитесь, что выглядит такой солидный пучок из пяти валентных связей совершенно непривычно. Полученное соединение — это темно-красное кристаллическое вещество, стабильное на воздухе и не разлагающееся до 200°C, но не устойчивое к действию влаги. То, что связь именно пятикратная, доказано комплексом исследований: рентгеноструктурным анализом, спектральными исследованиями, квантово-химическими расчетами и магнитными измерениями, которые могут показать количество неспаренных электронов в молекуле. Таковых не оказалось, а значит, все электроны участвуют в образовании связей.

Пауэр свою заслугу оценивает скромно, полагая, что полученная пятикратная связь не столь неожиданна, как открытая Коттоном четырехкратная. По словам Пауэра, вся неорганическая химия стала несколько иной после открытия кратных связей «металл — металл». В своей публикации он выражает надежду, что за «его» соединением последуют другие подобные.

Возможно, соединения с кратными связями «металл — металл» займут в химии заметное место. Возникает вопрос:

можно ли добавить в полученный снап связей еще один колосок, то есть получить шестикратную связь? По мнению Пауэра, теоретически такое возможно, например, если два атома хрома без заместителей соединятся — то есть просто образуют некий двухатомный газ из атомов Cr. Правда, маловероятно, что такое соединение удастся выделить. Впрочем, наука постоянно спорит с пессимистичными прогнозами. Не исключено, что через некоторое время кто-нибудь сумеет зафиксировать такие двухатомные молекулы, например, в замороженной аргоновой матрице, и тогда будет установлен новый рекорд.



Ф. П. Пауэр

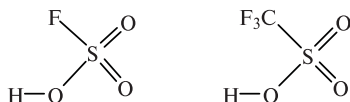


Самая сильная кислота

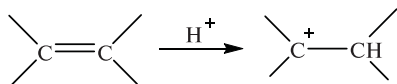
Потребность необычайного — может быть, самая сильная из потребностей.
Александр Грин

В соответствии с традиционным определением кислота — это соединение, которое способно отдавать протон H^+ , и чем легче это происходит, тем сильнее кислота. Силу обычных неорганических кислот оценивают по тому, насколько полно они распадаются в водном растворе на ионы H^+ и A^- (анион кислоты). Сразу отметим, что если воспользоваться другим определением, то окажется, что существуют кислоты, не содержащие протонов, но мы будем говорить только о протонных.

В 30-х годах XX века появились так называемые суперкислоты — например, фторсульфоновая $FS(O)_2OH$ и трифторметансульфоновая $F_3CS(O)_2OH$.



Атомы фтора энергично оттягивают на себя электроны, и это заметно облегчает отделение протона H^+ от молекулы — получается очень сильная кислота. С их помощью удалось протонировать органические соединения, например углеводороды, что привело к появлению нового направления — химии карбокатионов. Это соединения, содержащие положительный заряд на углеродном атоме C^+ .

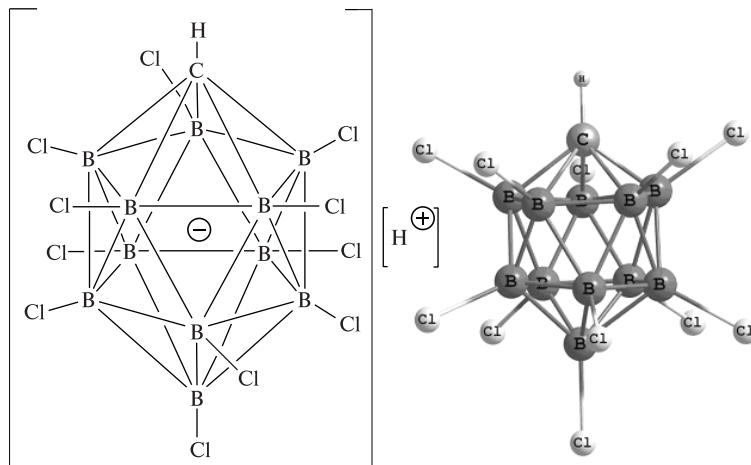


Карбокатионы помогли понять механизм многих превращений в органической химии и, кроме того, открыли способы наращивания углеводородной цепи.

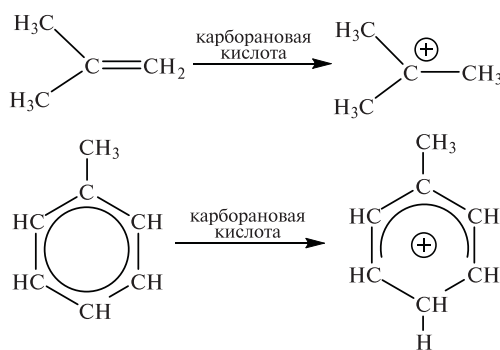
Для сравнительной оценки силы таких кислот водная среда не подходит, поэтому пришлось выбрать иную шкалу, основанную на их способности протонировать органические основания (например, анилин, нитробензол). В качестве точки отсчета взяли 100%-ную серную кислоту. По этой шкале суперкислоты — трифторметансульфоновая и фторсульфоновая — в тысячу раз сильнее серной. Недостаток этих кислот в том, что их анионы необычайно реакционноспособны и часто «вмешиваются» в процесс протонирования, приводя к побочным продуктам. Они столь агрессивны, что могут даже разъедать стекло. Но ученые нашли вещества еще сильнее суперкислот.

В 2006 году американский ученый К.А.Рид (Калифорнийский университет) вместе с российским ученым Е.С.Стояновым (Институт катализа Сибирского отделения РАН) получили кислоту, которая превосходит серную кислоту в миллион раз. Эта протонсодержащая кислота, у которой анион — это каркас, собранный из атомов бора и углерода (молекула карборана), а ко всем атомам бора присоединены еще атомы хлора. Задача атомов хлора та же, что и у фтора в суперкислотах, — оттягивать на себя электроны.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



Авторы скромно назвали это соединение карборановой кислотой, хотя могли бы позволить себе яркий рекламный ход — придумать своему детищу имя вроде «экстрасуперкислота». У нее есть ряд преимуществ. Во-первых, реакционная способность аниона не очень велика, поскольку отрицательный заряд расположен не у конкретного атома, и сам каркас очень устойчив. Во-вторых, эту кислоту, как отмечают авторы, можно хранить в стеклянной таре — согласитесь, это удобно. С ее помощью удалось протонировать при комнатной температуре изобутен и толуол до соответствующих карбокатионных производных.



Благодаря инертности карборанового аниона полученное соединение (третбутильный катион на верхней строчке) оказалось возможным выделить и хранить в виде кристаллического вещества, что ранее было недостижимо. Авторы планируют протонировать этой кислотой атомы ксенона, полагая, что им удастся «расшевелить» даже такой инертный объект.

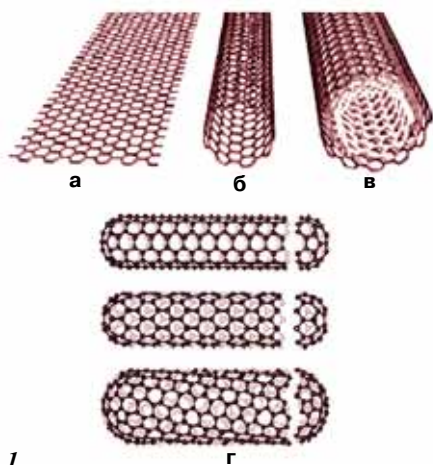


Наноконтакт к нанотрубке

Кандидат
технических наук
А.И.Воробьева

Что и зачем

Все понимают, что нанотрубки — это нечто маленькое. А контакты к ней должны быть еще во много раз меньше. Но ведь и сам по себе диаметр нанотрубки меньше диаметра человеческого волоса в сотни тысяч раз. Поэтому «припаять» к ней контакты может — да нет, должно! — оказаться намного сложнее, чем изготовить сам элемент. Создание электродов к нанометровым элементам уже превратилось в самостоятельную задачу, которой занимаются ученые и инженеры (пока в основном первые) во всем мире.



1
Схематическое представление графитовой плоскости (а), однослойной (б) и многослойной (в) углеродной нанотрубки и варианты скручивания графитовой плоскости — (г)

Сначала несколько слов о самих углеродных нанотрубках (рис. 1). Интерес к ним — следствие уникальных свойств, например, электропроводность некоторых трубок оказывается выше, чем у всех известных проводников. У них высокая теплопроводность, они химически стабильны, чрезвычайно прочны (в 1000 раз крепче стали), могут изменять свои электрические свойства при скручивании или сгибании. Нанотрубки могут быть как проводниками, так и полупроводниками — при совершенно одинаковом составе! Зависит проводимость от ориентации углеродных многоугольников в стенке трубки относительно ее оси. А раз они такие маленькие, то и схемные элементы, сделанные из них (транзисто-

ры, резисторы, датчики) будут в сотни раз меньше существующих. В полупроводниковых трубках наблюдалась фоточувствительность, и, может быть, на их основе удастся создать сверхминиатюрные оптические приборы.

Но все эти замечательные свойства относятся к отдельным нанотрубкам или «академическим» образцам. А если мы хотим создать прибор из нанотрубок или, наоборот, использовать их в качестве проводников, то надо изготовить из них прибор с какими-то полезными характеристиками. И если новые материалы и устройства на основе нанотрубок не получили пока широкого распространения, это следствие и высокой стоимости, и того, что не придумано, как делать надежные и маленькие контакты к ним.

То, что нанотрубки можно использовать и в качестве приборов и в качестве проводников (делать из них дорожки межсоединений в слое и между слоями — вместо металлизированных отверстий в многоуровневых системах) — следствие уникально широкого диапазона свойств. Может быть, из них удастся изготовить и целиком электронные схемы: из одних приборы, из других — соединения.

Немного о миниатюризации

Уменьшение размеров элементов, например транзисторов, упирается не только в технологические сложности литографического процесса, который требует использования новых, все более коротковолновых источников излучения. Проблема еще и в том, что увеличение числа транзисторов на кристалле приводит к росту потребляемой мощности и как следствие, к перегреву микросхемы. Один из возможных способов решения этой проблемы — увеличение термостойкости элементов. Углерод в этом смысле перспективен. Кстати, и сам процесс производства углеродных нанотрубок — высокотемпературный.

Есть много способов получения нанотрубок, самые распространенные — лазерная абляция, термическое распыление графитовых электродов в плазме дугового разряда, химическое осаждение из газовой фазы. Лазерная абляция дает до 96% трубок в образующемся углеродном конденсате, но это дорогой и

трудоемкий процесс. Для получения одного грамма бездефектных трубок нужно поддерживать строго определенную температуру — 1200°C — в течение нескольких часов, а если использовать катализаторы, то изготовление облучаемой мишени становится весьма трудоемким.

Содержание нанотрубок в катодном осадке при электродуговом методе синтеза обычно составляет не более 60%. Остальной углеродный конденсат образуется на охлаждаемых стенках разрядной камеры, и трубок в нем мало. Кроме того, на поверхности катода они собираются в цилиндрические пучки, а при нестабильном токе дуги — спекаются. А их выделение из катодного осадка — трудоемкий и дорогой процесс.

Поэтому усилия разработчиков в области синтеза нанотрубок сосредоточены в основном на методе химического осаждения из газовой фазы, или CVD-процессе (от англ. chemical vapor deposition). Это термическое разложение углеродосодержащих газов на поверхности металлического катализатора при температуре 500—1000°C.

Итак, основные методы изготовления нанотрубок — высокотемпературные. Значит, если синтез проводится после формирования электродов или одновременно, то электродные системы для трубок также должны быть достаточно термостойкими. Из чего же их делают?

Контакты: из чего и как

Традиционно в качестве термостойких электродных материалов используются вольфрам, молибден и их соединения, полученные распылением композиционных мишеней. Промышленные технологии получения распыляемых тугоплавких материалов — это методы порошковой металлургии: порошки относительно чистых металлов прессуют и отжигают до получения компактных изделий.

Для нормальной работы наноэлементов контакты к трубкам должны иметь вот какие свойства:

— быть невыпрямляющими, то есть сопротивление контакта не должно меняться при изменении направления протекающего тока;

— быть омическими, то есть падение напряжения на контакте должно линей-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

но зависеть от тока;

— иметь минимально возможное сопротивление;

— обладать высокой теплопроводностью и иметь коэффициент теплового расширения, близкий к таковому для нанотрубок;

— не вступать в химическое взаимодействие с поверхностью трубок.

Углеродные трубки бывают и металлическими, и полупроводниковыми, поэтому для трубок разных типов будут оптимальными различные материалы. Причем сопротивление отдельных проводниковых нанотрубок может оказаться много меньше сопротивления подводящих дорожек, контактных площадок и контактных переходов из самых лучших проводящих материалов (Cu, Ag, Au). Сопротивление контакта к полупроводниковым трубкам зависит также от величины потенциального барьера на границе раздела, которая обусловлена разницей работ выхода. В результате существенным недостатком трубок оказывается плохой контакт с металлами. Измерения показали, что на контакте полупроводниковых нанотрубок с различными металлами образуется довольно высокий потенциальный барьер. Не слишком высок он, например, при контакте с палладием.

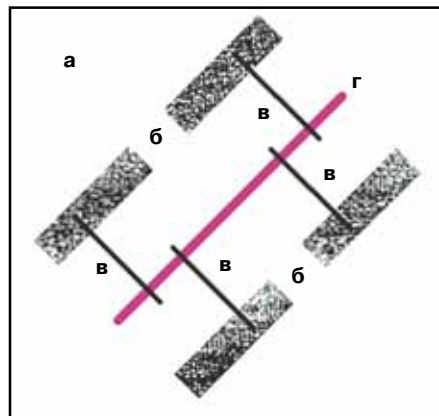
Квант сопротивления

При разработке электродных систем для нанотрубок естественно необходимо учитывать сопротивление самих углеродных трубок. Квантово-механический расчет показывает, что идеальная трубка, в которой электроны не рассеиваются (то есть движутся «баллистически»), имеет сопротивление $h/2e^2$ (h – постоянная Планка, e – заряд электрона) или 12,9 Ома.

Баллистической проводимостью (от греч. ballo — бросаю; баллистика — наука о движении артиллерийских снарядов, пуль и т. п.) называют проводимость, не зависящую от длины. Это явление возникает, если длина трубки меньше длины свободного пробега — около 1 мкм. Проводимость в этом случае не зависит от площади поперечного сечения, а баллистической она называется потому, что электроны движутся

через проводник, не сталкиваясь с атомами, находящимися в узлах кристаллической решетки. При прохождении тока в таком режиме не выделяется тепло. Джоуля и Ленца это бы, наверное, удивило.

Из-за малых размеров нанотрубок только в 1996 году удалось непосредственно измерить электрическое сопротивление трубок четырехконтактным методом (рис. 2).



2

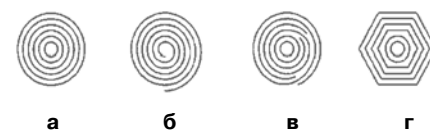
Схема измерения электрического сопротивления индивидуальной нанотрубки четырехконтактным методом: подложка из оксида кремния (а), золотые контактные площадки (б), вольфрамовые проводящие дорожки (в), углеродная нанотрубка (г)

Результаты измерений показали, что сопротивление трубок изменяется в очень широких пределах — от $5 \cdot 10^{-6}$ до 0,8 Ом·см; минимальная величина оказалась на порядок ниже, чем у графита. Такой разброс значений обусловлен тем, что трубки (и однослойные, и многослойные) могут иметь как металлическую, так и полупроводниковую проводимость.

В 2001 году удалось провести измерения на многослойных трубках диаметром 8,6 нм, которые показали, что нанотрубки с минимальным сопротивлением $5 \cdot 10^{-6}$ Ом·см могут пропускать ток огромной плотности — около $1,8 \cdot 10^{10}$ А/см². При $T = 250$ °С такой ток сохранялся в течение двух недель, причем без какой-либо деградации трубки. Деградация могла происходить по причине электромиграции — переноса атомов вещества за счет движения электронов («электронный ветер»), либо за счет влияния поля. Электромиграция происходит при больших плотностях тока и в больших полях и приводит к изменению свойств материалов (с этой точки зрения медь не является хорошим контактным материалом — в ней этот эффект выражен сильно).

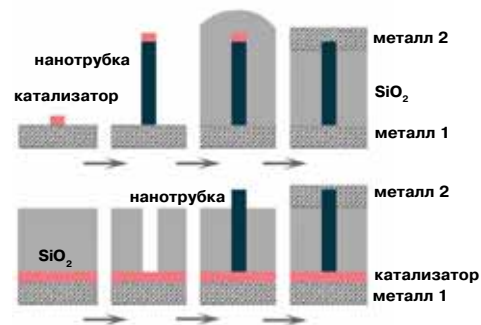
Многослойные, или многостенные, трубки (рис. 3) имеют множество одномерных проводящих стенок, и проводимость их будет зависеть от количества стенок, контактирующих со слоями элект-

родов, то есть от площади и структуры контакта. Если трубки используются для межслоевых контактов (рис. 4), то высота контакта составляет несколько микрометров и при длине свободного про-



3

Возможные структуры многослойных углеродных нанотрубок: «матрешка» (а), «рулон» (б), «папье-маше» (в), многогранник (г)



4

Варианты формирования контактных переходов

бега электронов, равной 1 мкм, не влияет на сопротивление. Вклад в контактное сопротивление дает несовершенство контактов, современные технологические решения позволяют получить сопротивление контактного перехода «металл—нанотрубка» ниже 1 кОм на один контакт.

Полное сопротивление трубки можно представить как сумму трех составляющих: теоретическое сопротивление идеальной трубки, сопротивление рассеивания и сопротивление контактов «металл—нанотрубка», обусловленное несовершенством этой границы раздела. В ряде работ приводятся реальные значения сопротивления, в 5—10 раз больше теоретических.

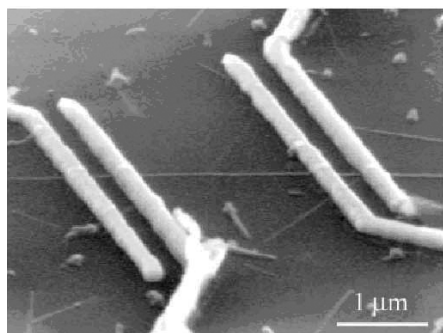
Что вас беспокоит?

Существует несколько причин, объясняющих такое большое сопротивление и позволяющих найти пути его уменьшения. Во-первых, контакты к нанотрубкам на данный момент не достигли совершенства.

Обычно металлический контакт реализуется на боковой стенке трубки (рис. 5). В многослойных трубках контакт происходит с внешним слоем, а должен быть — со всеми слоями. Идеальные многослойные нанотрубки имеют строение типа «матрешки» (рис. 3а) и «рулона» (рис. 3б). В реальных образцах обнаружены структуры типа «папье-маше» (рис. 3в). Слоев чаще всего не

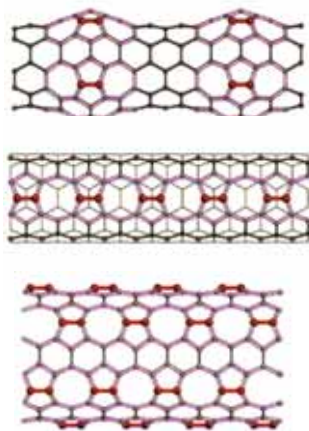
более 10, но в отдельных случаях — несколько десятков. При любых вариантах строения межслоевое расстояние близко к расстоянию между слоями графита (0,34 нм), однако у дефектных трубок может достигать 0,4—0,5 нм. По мере роста числа слоев все в большей степени проявляются отклонения от идеальной цилиндрической формы. Иногда внешняя оболочка приобретает форму многогранника (рис.3в).

Теоретические работы показывают, что сопротивление контакта растет, когда длина области контакта меньше 10 нм. Качество материала самой трубки тоже дает вклад в сопротивление, причем чем больше стенок, тем больше дефектов и тем больше сопротивление трубки. Проводимость трубки может быть увеличена введением в трубку ато-



5 Измерение электрических параметров трубки четырехконтактным методом

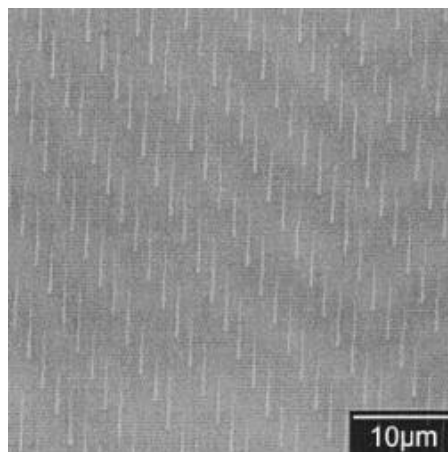
мов F, I или Br. Атомы могут вводиться внутрь трубки и между слоями, а могут присоединяться к внешней поверхности. В последнем случае они сначала присоединяются к открытым концам нанотрубок, а затем выстраиваются вдоль образующей (рис. 6).



6 Схема добавления аддендов на внешнюю поверхность трубки

Растущие из катализатора

Межслойное сопротивление с контактами на массивах углеродных нанотрубок (рис. 7) определяется параллельностью



7 Массив однородных вертикально ориентированных трубок с отклонением по диаметру 4% и по высоте 6% (*J. Vacuum Sci. Technology B, 2006, 24, 345*)

и однородностью трубок в массиве.

На поверхности подложки трубки растут непосредственно из слоя катализатора и имеют достаточно сильную связь с металлической пленкой нижнего электрода, поэтому здесь хороший электрический контакт достигается подбором пленочной пары «электрод—катализатор». Такими пленками могут быть Ti, TiN, Au, W, Pt, Pd, сплав Ti/Ag, а катализатором могут быть сверхтонкие (толщиной 0,5—2,0 нм) пленки никеля, кобальта или железа.

Перед синтезом массива нанотрубок подложку с нанесенными слоями металлов помещают в центр кварцевого реактора, размещенного в печи, и предварительно прогревают в потоке Ar/H₂ при температуре до 850°C. При этом из тонкой пленки формируются отдельные наночастицы («нанокластеры») катализатора, которые служат зародышами роста нанотрубок. Такая процедура позволяет снизить контактное сопротивление на два порядка по сравнению с образцами, в которых в качестве электрода используется непосредственно более толстая (30—50 нм) пленка катализатора (никеля).

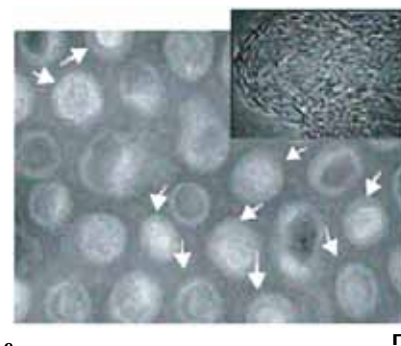
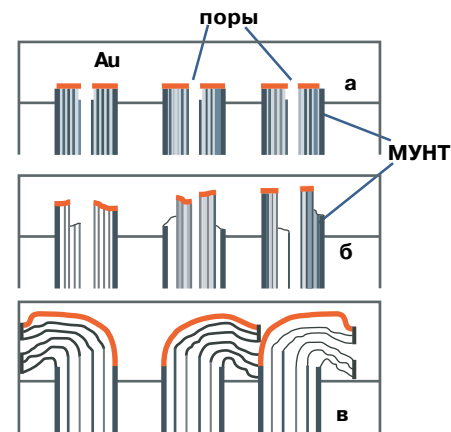
Для создания верхних омических контактов в образцах, содержащих вертикально выстроенные нанотрубки (или нанопроволоки), подложки обычно полируют алмазной пастой (это называют планаризацией поверхности) до тех пор, пока выступающие из носителя нанотрубки (рис. 4а) не удастся наблюдать с помощью атомного силового микроскопа. На внешних концах трубок в результате нарушения «однородности»

структуры появляются оборванные связи, к которым присоединяются радикалы типа OH, CO и другие, что может повлиять на электронные свойства. Поэтому поверхность дополнительно очищают бомбардировкой ионами аргона с энергией 5 кэВ.

После этого любым из возможных методов, например вакуумным осаждением, электро- или химическим осаждением, на поверхность образца наносят верхние контакты.

Еще и сверхпроводимость!

В литературе имеются сообщения о сверхпроводимости нанотрубок в контакте с определенными материалами. Во-первых, сверхпроводящий переход при 0,4 К был зарегистрирован в связках однослойных трубок, во-вторых, в массиве самых тонких (на момент обнаружения) нанотрубок диаметром около 0,4 нм. Сообщается также о наблюдении сверхпроводимости массива многостенных трубок при 10 К. Массивы структур «Au/многостенная трубка/Al» были сформированы в нанопорах подложки из оксида алюминия. При этом контакты «Au/трубка» относились к одному из следующих трех типов (рис. 8): (а) все стен-



8 Схематическое изображение продольных сечений различных типов контактов многослойных трубок (МУНТ) с пленкой Au (а, б, в); изображение поперечного сечения массива многослойных трубок, полученное методом просвечивающей электронной микроскопии (г). На вставке — отдельная многослойная трубка

ки каждой трубки контактируют с Au-электродом, (б) с электродом контактирует лишь часть стенок каждой трубки, (в) контакт с электродом имеют лишь внешние стенки трубок.

Сверхпроводимость была обнаружена только в трубках с контактами типа (а). По-видимому, дело в том, что не все стенки трубки одинаково участвуют в сверхпроводимости. Число стенок и качество контактов сильно влияет на конкуренцию сверхпроводящего состояния с состоянием электрон-электронного отталкивания. В качестве одного из возможных путей увеличения критической температуры предлагается увеличить концентрацию свободных носителей путем легирования многостенных трубок бором или кальцием.

А если нажать по сильнее?

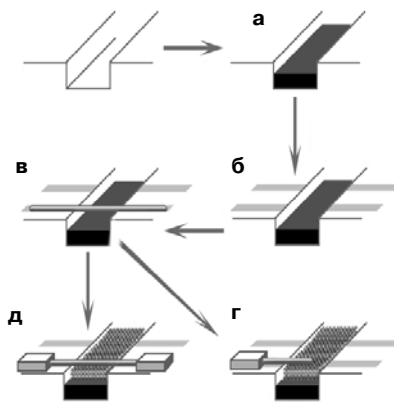
Электропроводность углеродных нанотрубок зависит от величины приложенной нагрузки. Это позволяет создавать на их основе новый класс сверхминиатюрных измерительных приборов и датчиков. Например, недавно изготовили сверхминиатюрный датчик давления на основе однослойной нанотрубки. Датчик состоит из круглой мембраны из Al_2O_3 , к которой с помощью двух золотых электродов прикреплена однослойная нанотрубка, играющая роль датчика нагрузки (см. рис. 9).

Градуировочная связь между величиной избыточного давления и отклонением мембраны устанавливается на основании независимых интерферометрических измерений и используется в



9
Конструкция датчика давления на основе однослойной трубки (Phys. Rev. Lett. 2001, 86, 2416). Сопротивление нанотрубки зависит от ее натяжения, а оно — от прогиба мембраны

дальнейшем для получения абсолютной величины давления. Принцип основан на линейной зависимости электрического сопротивления нанотрубки от механической нагрузки, которая, в свою очередь, пропорциональна избыточному давлению. Линейная зависимость сохраняется в диапазоне изменения избыточного давления от 0 до 140 кПа. Преимущество таких наноэлектромеханических систем — малые размеры и высокая чувствительность. Недостаток — плохая воспроизводимость параметров при массовом производстве.



10
Последовательность изготовления и конструкция контактов переключателей на трубках (Appl. Phys. Lett. 87 193107 2005)

На рис. 10 показана одна из возможностей улучшения воспроизводимости за счет особой конструкции контактов. На первом этапе процесса (а) в подложке с подслоем SiO_2 протравливают паз, который заполняют сплавом Ti/Au , так что поверхность металла, используемого в качестве нижнего электрода, оказывается ниже поверхности подложки. На второй стадии (б) на подложке химическим путем протравливают неглубокие треки, которые служат ложем для нанотрубок, утапливаемых и закрепляемых в пазах за счет адсорбции. При этом возможна как двухконтактная (д), так и одноконтактная (г) конфигурация устройства. Электрическое сопротивление нижнего электрода — 600 Ом, а закрепленных в двух точках нанотрубок — между 30 и 100 кОм.

Одноконтактную конфигурацию (г) исследовали в качестве электрического переключателя. Нанотрубка диаметром 22 нм нависала в виде консоли на высоте 4 нм по длине 115 нм над утопленным в подложку электродом. При напряжении меньше 3 В никакого тока через контакт не наблюдали. При превышении этого напряжения ток резко возрастал от нуля до десятых долей мкА. Причем ток через прибор остается неизменным при снижении напряжения до примерно 0,5 В. Такое поведение обусловлено эффектом Ван-дер-ваальсовского притяжения нанотрубки к нижнему электроду.

Как уменьшить

Естественно, делаются попытки уменьшения контактного сопротивления. Чаще всего для этого используется скоростной отжиг, например нагрев до 800—1050 °С в атмосфере H_2 и N_2 на одну минуту. При этом уменьшается сопротивление контактов и заодно увеличивается температура разрушения нитей на воздухе. Иногда при отжиге контакт становится омическим в результате взаи-

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

модиффузии и реакций с образованием соединений (карбида металла, карбида кремния).

Во многих работах показано, что контактное сопротивление «металл–трубка» изменяется под воздействием температуры, давления, излучения (т. е. внешних условий) и, кроме того, зависит от свойств и условий получения самих трубок. В нанотрубках с металлической проводимостью преобладает рассеяние электронов на контакте, в полупроводниковых — образование барьеров Шоттки на границах раздела «контакт–трубка». Характер проводимости структуры «металл/трубка/металл» также зависит от многих факторов. Поэтому экспериментальные значения сопротивления контактов, приведенные в разных работах, различаются. Однако общие закономерности изменения этого параметра из-за внешних воздействий позволяют определить методы его уменьшения: кратковременный высокотемпературный отжиг, планаризация поверхности трубок, химическая очистка кончиков трубок бомбардировкой ионами аргона перед нанесением контактов. Перспективны в качестве электродных материалов сплавы или металлы, легированные определенными примесями, сверхпроводники и гетеропереходы, полезным может быть также легирование самих трубок. Важны и конструкция контакта, в том числе ее размерные параметры, и конструкция всей структуры «металл/трубка/металл».

Теория контакта «нанотрубка–металл» пока что развита слабо, при выборе контактных материалов используется накопленный в полупроводниковой технологии опыт, и основную информацию мы получаем из эксперимента. И пока еще мы часто можем повторять — гладко было на бумаге, но забыли про контакты.



КЛИН КЛИНОМ

Бороться с паразитической нематодой дрозифиле помогает симбиотическая бактерия.

Внимание биологов все чаще привлекают непростые отношения между насекомыми и заражающими их бактериями, которые придают хозяевам новые признаки. Например, знаменитые вольбахии «заставляют» божьих коровок и других насекомых производить на свет меньше сыновей и больше дочерей. (Вольбахия передается по женской линии, от матерей к потомкам, и самцы для этой бактерии — тупиковая ветвь.) Однако бактерия может не только цинично манипулировать хозяином, но и помогать ему, наделяя полезным признаком. Это показали британские, американские и канадские ученые во главе с Джоном Дженике из университета Рочестера.

В восьмидесятых годах XX века североамериканских дрозифил постигла беда — нашествие нематод. Этот микроскопический червь живет на шляпке гриба и поражает личинок дрозифилы, питающихся грибом. Выросшая из такой личинки муха не может откладывать мушинные яйца, зато разносит по другим грибам яйца червя. Эпидемия быстро распространилась по континенту и в период с 1986 по 1994 год более половины самок-дрозофил носили в себе паразита и были бесплодны. Однако на нематоду нашлась управа — бактерия спириоплазма, которая, поселившись в мушке, возвращает ей плодовитость, угнетая червя. Спириоплазма, как и вольбахия, передается вертикально, от матери детям, и ей невыгодно, чтобы мушка не оставила потомства. В результате к 1998 году поражение нематодой североамериканских дрозифил упало до 20%, а заражение спириоплазмой возросло к 2010 году до 80%. Видимо, теперь они так и будут жить в симбиозе.

Авторы работы заявляют, что они открыли новый механизм эволюции — инфекционную передачу новых признаков. (Как ни странно, на вольбахию они не ссылаются; о ее влиянии на эволюцию хозяев см., например, <http://www.evolbiol.ru/wolbachia.htm>). Впрочем, Джон Дженике считает, что, скорее всего, подобный механизм эволюции присущ не только дрозифилам, но и многим другим видам.

«Science», 2010, т.329, № 5988, с.212.

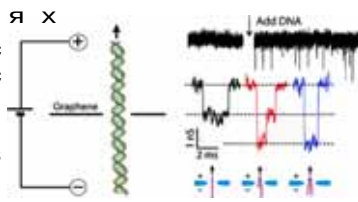
В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

ЧТЕНИЕ ДНК СКВОЗЬ ГРАФЕН

Протягивая молекулу ДНК сквозь нанопору в графене, голландские ученые хотят ускорить ее расшифровку.

Считается, что дальнейший прогресс в чтении ДНК требует работы с отдельными молекулами. Берешь молекулу и, подобно веревке с узелками, использовавшейся инками для передачи информации, пропускаешь ее между пальцами, отмечая, где какой узелок-нуклеотид расположен. Однако «пальцы» нужны размером даже не в нанометры, а в ангстремы — иначе читать нуклеотиды по одному не получится.

Ученые из Института нанонауки им. Фреда Кавли при Делфтском технологическом университете во главе с доктором Грегором Шнейдером использовали для этого графен, моноатомный лист углерода. В нем электронным лучом проделали отверстие нанометрового размера, поместили в раствор и обнаружили, что молекулы ДНК сквозь это отверстие проходят. Для этого к устройству приложили разность потенциалов: вначале сквозь пору шел ток ионов электролита, а потом, когда в раствор добавили молекулы ДНК, время от времени этот ток уменьшался — длинная молекула на пару микросекунд затыкала отверстие. Теперь осталось научиться протаскивать молекулу сквозь графен с не слишком большой скоростью, чтобы по мельчайшим изменениям электропроводности углеродного листка судить, какой нуклеотид сквозь него проходит.



«Nano Letters», 2010, doi: 10.1021/nl102069z

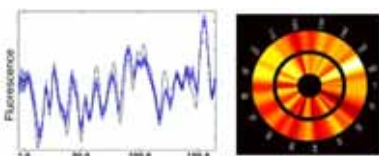
В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

СВЕЧЕНИЕ РАСПЛАВЛЕННОЙ ДНК

Изучая свечение ДНК, можно грубо определить последовательность нуклеотидов в ней.

Вальтер Резнер, работая сразу в трех университетах, канадском, шведском и датском, при помощи своих учителей, шведа Йонаса Тегенфельда из Лундского университета и датчанина Хенрика Флювбьёрга из Копенгагенского университета, придумал и запатентовал простой метод определения строения ДНК. Он позволит за час-два провести генетическую экспертизу вируса или бактерии, а также проверить, есть ли в геноме у человека определенный участок.

Молекулу ДНК распрямляют и направляют в микроканал рабочего устройства. С ним соединена система наноканалов. Молекула самопроизвольно заползает в наноканал и вытягивается по его длине, после чего ее обрабатывают флуоресцентным красителем, который удерживается на ДНК только в тех местах, где связи между нуклеотидами замкнуты. Затем ДНК нагревают так, чтобы связи «аденин—тимин» разомкнулись, а «гуанин—цитозин» сохранились. В результате краситель с первых участков уйдет, и они не будут светиться. Теперь остается только пройти над наноканалом с флуоресцентным микроскопом, замерить свечение и построить распределение его интенсивности по длине молекулы. Получится штрихкод одиночной ДНК, который можно представить в виде круговой диаграммы (на рисунке в центре показана расчетная диаграмма бактериофага T4GT7, а снаружи — полученная новым методом). Точность же определяется законами оптики и составляет примерно одну тысячу нуклеотидов. Для расшифровки генома этого мало, но для экспертизы — вполне достаточно.



«Proceedings of the National Academy of Sciences», 2010, doi: 10.1073/pnas.10070811107

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

ПОИСК НОВЫХ ЗЕМЕЛЬ

У далекой звезды новым методом найдена легчайшая планета, тяжелее Земли всего в 15 раз.

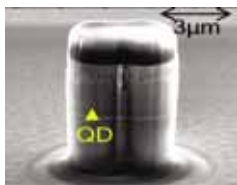
Один из методов в арсенале охотников за планетами — наблюдать изменения интенсивности свечения далекой звезды при ее затмении крупной планетой. Им же можно поискать и мелкие планеты, правда, не напрямую, а по изменениям времени такого затмения. Если оно действительно меняется на минуту-другую, то следует подключать ЭВМ и на основании расчета выяснять, какие незаметные вооруженным глазом планеты вызывают такие последствия. Доктор Грациан Мацеевский из Йенского университета с коллегами доказал работоспособность этого метода и нашел очень легкую (с массой, как у Урана, то есть в 15 раз тяжелее Земли) планету у звезды WASP-3 в созвездии Лиры. Маленькая планета обращается вокруг звезды за 3,5 дня, причем радиус ее орбиты в два раза больше, чем у главной планеты системы — горячего юпитера с массой в 630 земных масс.

А если бы там была планета массой с Землю, заметили бы ее? Да, поскольку она вызвала бы изменения во времени прохода горячего юпитера порядка одной минуты, а это можно разглядеть даже небольшим телескопом с диаметром зеркала в один метр.

«Monthly Notices of the Royal Astronomical Society», 2010, <http://xxx.lanl.gov/abs/1006.1348>

ПОТОК ФОТОНОВ

Создан мощный источник фотонов для квантовой телепортации.



«Nature», 2010, т. 466, № 7303, с 277

В зарубежных лабораториях

Квантовая телепортация — это когда в Париже действуют на один фотон, а в Токио в тот же миг меняются свойства второго фотона, связанного с первым. На основе этого явления ученые надеются построить защищенные от взлома системы связи, квантовые компьютеры и многие другие чудеса.

Пары связанных фотонов получают, возбуждая лазером квантовые точки. Однако сейчас рождается всего одна пара на сотню возбуждающих импульсов, что никак не устраивает ученых. Специалисты из расположенной в пригороде Парижа Лаборатории фотоники и наноструктур ЦНРС во главе с Паскалем Сенелларом нашли способ исправить этот недостаток. Для этого они использовали конструкцию, впервые созданную в 1997 году в ФРГ, под названием «фотонная молекула».

Эта конструкция представляет собой выращенную над или под квантовой точкой микроскопическую колонну, поперечное сечение которой имеет форму гантели. Два фотона, попавшие в ее утолщения, взаимодействуют друг с другом подобно атомам в молекуле. В частности, они могут обладать лишь определенными значениями энергии. Вот эта конструкция под квантовой точкой и помогла французским ученым собрать в 20 раз больше связанных фотонов, чем удавалось до сих пор. Это порождает надежду на создание промышленных устройств с использованием явления квантовой телепортации, тем более что французские физики обещают вскоре довести мощность своего источника до ста процентов.

САМОУБИЙСТВО ОПУХОЛИ

Вещество, вырабатываемое раковой клеткой, вызывает гибель ее соседей.

«Cancer Research», 2010, т. 70, с. 3771, doi: 10.1158/0008-5472.CAN-09-4331

В зарубежных лабораториях

Уже более десяти лет шведские ученые из Лундского университета во главе с Катрин Мани знают, что нафтоксилозид — соединение моносахара ксилозы с нафталином, а именно (2-6 гидроксинафтил) β-D-ксилопиранозид — замедляет рост раковых клеток, а на нормальных не сказывается. Попав в клетку, это соединение ксилозы служит основой для последующего синтеза гликозаминогликанов — длинных цепочек полисахаридов. Они присоединяются к одному из белков и формируют протеогликан. Такие расположенные на поверхности клеток вещества играют важную роль в их взаимодействии друг с другом.

Свежее исследование показало, что аминокликан, построенный на основе нафтоксилозида, легко проникает внутрь клетки и, достигая ее ядра, способен запретить транскрипцию генов, вызвав тем самым прекращение деления и запустив программу самоубийства. Однако так себя ведет аминокликан, синтезированный только раковой клеткой, у нормальной же он практически безвреден.

«Раковые клетки фактически вырабатывают токсины, которые их же и убивают. А когда опухоль погибнет, выработка токсина тоже прекратится», — говорит Катрин Мани. Ученые достигли успеха и на культуре клеток, и на животных, у которых скорость роста опухоли замедлилась на 97%, однако о создании препарата речь пока не идет.



В зарубежных лабораториях

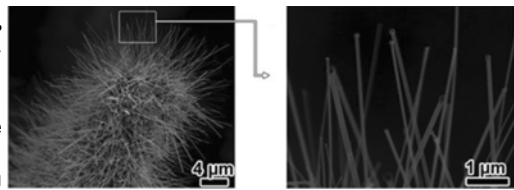
ХЛОПОК ПРЕВРАЩАЕТСЯ...

Футболку можно превратить в композит из углеродоволокна и нанотрубок карбида бора.

«Advanced Materials», 2010, т. 22, doi: 10.1002/adma.200903071

Согласно теории, нанотрубки из карбида бора должны быть очень прочными, поэтому материаловеды надеются использовать их как наполнитель для композиционных материалов. Однако эти нанотрубки слипаются еще при изготовлении, и равномерно распределить их по полимерной матрице нелегко. Ученые из Университета Северной Каролины (США), Технологического университета Чжецзян (КНР) и цюрихской Высшей технологической школы во главе с доктором Ли Сяодоном решили задачу оригинальным способом. Они взяли лоскут хлопчатобумажной футболки, вымочили его в растворе нитрата никеля и аморфного порошка бора, затем сожгли лоскут в печи без доступа кислорода — и получили углеткань с нанотрубками нитрида бора. Никель в этой операции играл роль катализатора: в вершине каждой нанотрубки находился кусочек бориды никеля. Поскольку нанотрубки, подобно шубе, одели поверхность каждой нитки, слипнуться им шанса не выпало.

Последующие измерения показали, что нанотрубки вышли превосходными: они хорошо гнулись под нагрузкой, а по прочности лишь слегка уступали массивному карбиду бора. Правда, когда лоскут залили эпоксидкой и стали ломать получившийся лист, свойства получились невыдающиеся: прочность выросла всего на 55%, причем сравнение проводили с листом чистой эпоксидки. А ведь помимо нанотрубок в новом композите были еще и весьма прочные угленити, которые и могли обеспечить большую часть упрочнения. Зато углекарбидборная ткань отлично защищала от ультрафиолета, чего нельзя сказать про обычную футболку.



В зарубежных лабораториях

НАВИГАТОР ИЩЕТ ПАРКОВКУ

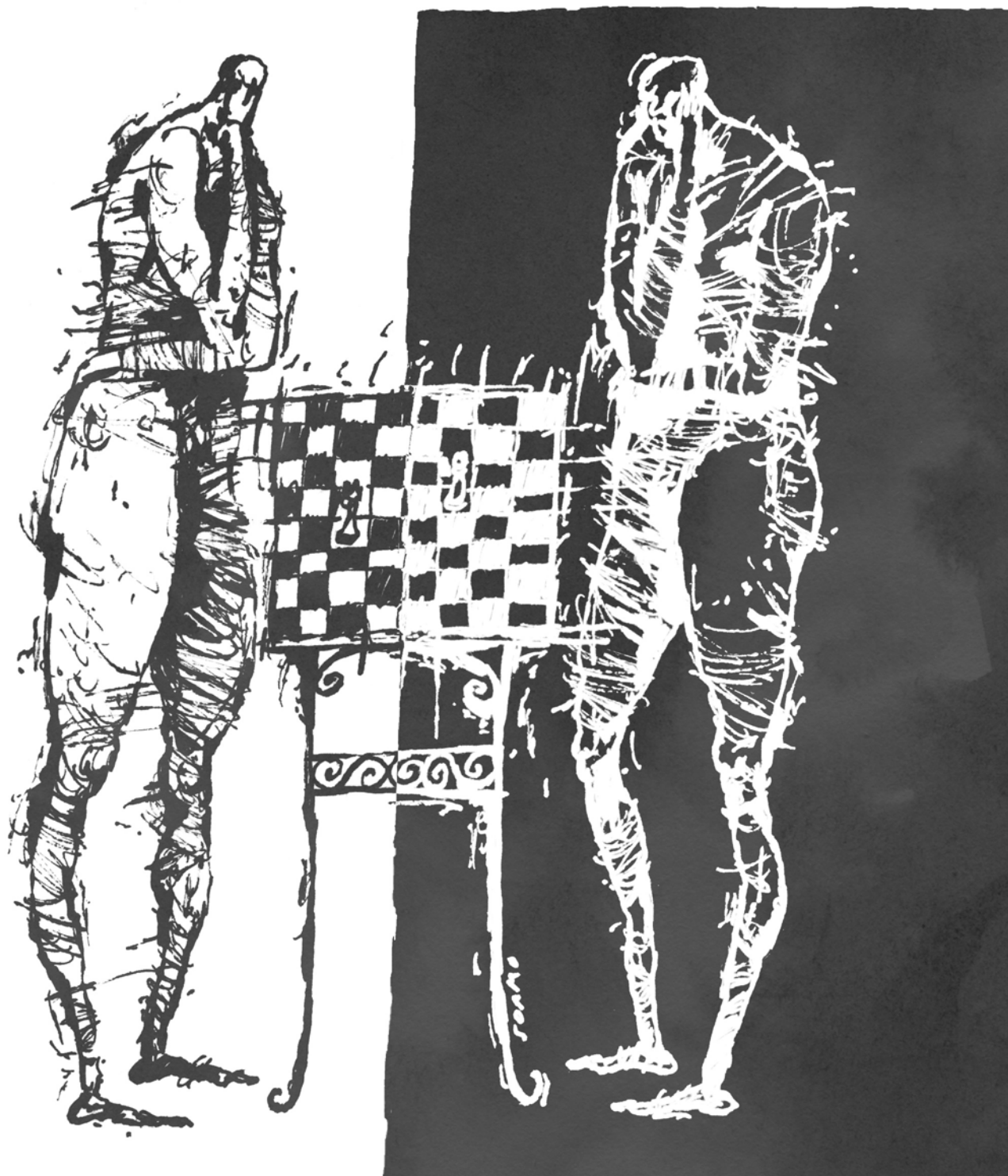
Оснастить город датчиками, которые подскажут водителю, где он может припарковаться, — мечта испанских исследователей.

Josy Lopez Vicario, jose.vicario@uab.cat

Хосе Лопес Викарио с коллегами из Барселонского университета предлагают решение проблемы с парковками в большом городе. Во-первых, следует оснастить все парковочные места датчиками, которые станут определять, занято оно или нет. Во-вторых, связать эти датчики по радиоканалам с сервером. В-третьих, создать городскую навигационную систему, которая будет точнее, чем космическая, определять положение объектов.

Когда водитель захочет припарковаться, навигатор в его машине проанализирует информацию от датчиков парковки и выяснит, где поблизости есть свободные места. Водитель получит эту информацию и поедет к ближайшему, вместо того чтобы наматывать круги по городу. Тем, кто не имеет такого навигатора, информацию о свободных местах сообщат специальные табло.

Некоторым идея столь многочисленных датчиков покажется утопичной, однако, например, в Амстердаме нет ни одного места, где в принципе можно поставить машину, которое не было бы оснащено автоматом для оплаты. И ничего, все работает — люди платят даже за парковку у собственного дома.



Интеллект: среда или гены

Кандидаты биологических наук

В.С.Фридман, М.В.Фридман

Откуда взялось столько противоречивых мнений? Из постоянной привычки людей исследовать, что представляет собой какая-либо вещь, еще не выяснив, существует ли она.

Вольтер

Все чаще приходится слышать: мол, наука доказала, что чернокожие от природы глупее белых, а азиаты, напротив, умнее тех и других. У этого мнения есть сторонники не только среди современных черносотенцев, но и среди научной элиты (вспомним хотя бы скандал с Джимом Уотсоном, заявившим, что «вся наша социальная политика основана на том факте, что их интеллект равен нашему, тогда как все тесты... показывают, что это не так»). Их противники говорят, что сорок — пятьдесят лет назад подобные заявления назвали бы оголтелым расизмом и они про-



МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

творечат декларации ООН. Им возражают: нельзя, чтобы наука шла на поводу у политических лозунгов, пусть и благородно звучащих, сама же идея о том, что некие человеческие качества определяются генами, неодинаковыми у белых и черных, не выглядит лженаучной.

Попробуем отбросить эмоциональные резоны — и ксенофобию, и жажду равенства для всех народов — и обратимся к научной литературе. Что это за *racial gap* — «разрыв по интеллекту» между расами? Если этот разрыв действительно существует, откуда известно, что причина в генах? И кстати, доказана ли вообще генетическая предопределенность развития интеллекта?

Как измерить и как сравнить

Наука не доказывала, что «негры глупее белых». Так ставить вопрос нельзя: ум невозможно изменить непосредственно, как рост или вес. Но существуют работы, в которых, например, показано, что IQ жителей стран Черной Африки ниже, чем у белых жителей Европы и Америки; но в то же время, напротив, IQ и учебные достижения иммигрантов из стран Черной Африки и их потомков в США выше, чем у «белых протестантов» и их потомков. Что это означает? Чтобы разобраться в этом, вспомним, что такое тесты IQ.

В обыденном сознании большинства людей есть понятие об «уме вообще» — общем интеллекте. Нередко он слит в единое целое с творческими способностями, особенно при оценке мужчин, или с навыками общения и социального влияния, особенно при оценке женщин. Многие интерпретации результатов тестирования ориентируются на это житейское представление о том, что у человека есть некоторое «количество ума», которое, в свою очередь, определяет его частные способности.

Перед учеными тоже нередко встает задача определить и оценить этот фактор. Увы, предлагаемые определения и методы оценки до сих пор остаются предметом дискуссий и не до конца удовлетворяют критериям научной строгости. Тем не менее их используют не только психологи, но и экономисты, педагоги, политики. Слепая вера в то, что баллы IQ «показывают ум», иногда приводит к печальным последствиям как для отдельных людей, так и для общества в целом (см. в «Химии и жизнь», 2001, № 11, статью М.В.Фридман «IQ: предопределенность или ее иллюзия?»).

На самом деле IQ показывает, насколько сформированы у ребенка или взрослого базовые интеллектуальные навыки: от пространственных представлений до беглости речи, от словарного запаса до способности к арифметическим действиям. Обычно тест включает в себя большое количество заданий, которые надо выполнить в ограниченное время. При этом вопросы настолько разнородны, что, по всей видимости, предполагают использование различных способностей. В наиболее простых тестах баллы, полученные за любое ус-

пешно выполненное задание, считаются эквивалентными друг другу и складываются. В других случаях баллы для заданий, предположительно проверяющих различные способности, умножаются на различные коэффициенты. «Сырой» суммарный балл может пересчитываться в окончательный — примерно так, как это происходит для ЕГЭ.

Самое очевидное деление, которое проводится в большинстве тестов, — на вербальный и невербальный интеллект. Часть заданий предполагает пользование языком лишь при уяснении задания — например, быстро сложить определенную картинку из кубиков. Другие задания проверяют именно владение языком, например — «Вставьте слово, которое обозначает то же самое, что и два слова вне скобок — «авторитет (...) тяжесть»; еще один пример — «противоположностью надежды является: 1) разочарование; 2) отчаяние; 3) уныние; 4) удовлетворенность; 5) угнетенность». Понятно, что умение оперировать геометрическими фигурами и понимание смысловых оттенков слов — это разные проявления «ума» и могут быть выражены у человека в разной степени. Соотношение баллов, полученных за разные типы заданий, дает профиль специальных способностей. Но вообще, не всякий тест IQ предназначен для детального определения профиля способностей, для этого есть специализированные тесты (например, тест Векслера).

В большинстве исследований суммарный балл до известной степени коррелирует с баллами, полученными за тот или иной тип заданий. Потому обычно считают, что за этим суммарным баллом все же стоит некий фактор общего интеллекта, хотя относительно его природы среди исследователей нет согласия. Предполагают, например, что это скорость переработки информации (почему это может быть неверным, обсудим ниже).

Особенности выполнения тестов, подобных IQ, — ограничения времени, предельная разнородность задач, невозможность «натренироваться» выполнять вербальные задачи; не только однозначный ответ, но и, как правило, довольно жестко заданный способ решения — все это наводит на мысль, что проверяется, собственно, не умение решать задачи. Тестируется доля дефектов — пространственного восприятия, понимания речи и т. д., — которые могут помешать эти задачи решать. Результаты подобных тестов хорошо коррелируют со способностью освоить некий объем знаний и умений, но гораздо слабее — со способностью проявить себя в конкретной деятельности. Практически все 800 подростков с IQ, превышавшим 135 баллов, из выборки Льюиса Термена и Кэтрин Кокс (1921) впоследствии заняли высокое положение в обществе, но выдающихся людей среди них не оказалось. Между тем это был лучший один процент от общего числа исследованных учеников. Это рождает предположение, что IQ — скорее показатель социальной адаптируемости, чем талант в обычном понимании (хотя при запредельно высоком IQ социализация может быть нарушена).

При измерении IQ ребенка результаты сравниваются со средними результатами у детей разного возраста. Поэтому для детей и подростков показатели IQ выражают не только успешность или неуспешность по сравнению со сверстниками, но и опережение или отставание в годах — «интеллектуальный возраст».

При измерении IQ взрослого сравнение идет с общепопуляционным распределением баллов за тест. Сравнение ориентируется на образ кривой распределения — предполагается, что примерно половина людей в популяции имеет нормальный интеллект, поменьше — несколько повышенный или сниженный, процентов по пять — очень низкий или очень высокий. Но этот образ — не отражение некой фундаментальной сущности, а всего лишь результат выбора, совершенно ради удобства экспериментаторов. Если мы дадим груп-

пе испытуемых десять средних по сложности заданий, десять трудных или десять легких, то получим три разных распределения по интеллекту. Во втором случае они окажутся «глупее», в третьем «умнее» — кривая утратит симметричность, максимум сместится влево или вправо. На самом деле психологи специально подбирают вопросы большинства тестов (не только интеллектуальных) и способ пересчета «сырых» баллов в окончательные так, чтобы на выходе получался пресловутый колокол. С ним легче проделывать большинство статистических процедур. Если для какой-то другой выборки испытуемых колокол не получается, то тест адаптируют (например, при переводе на другой язык и адаптации к реалиям другой страны).

Можно ли сравнивать между собой по IQ нации, социальные группы? Здесь появляется проблема: не вполне корректно использовать тесты, созданные для одних групп людей, для тестирования других, с иным языком или иной культурой, а «подгонка» тестов делает не вполне корректным сравнение результатов.

В странах Запада, прежде всего в США и Великобритании, наиболее распространены несколько тестов разной степени надежности, позволяющие вычислить уровень IQ. Это тесты Векслера для детей (WPPSI и WISC-R) и взрослых (WAIS и WAIS-III), Army Beta test (Army-B), Block Design, Culture Fair Intelligence Test, тест «Нарисуй человека» (Draw-a-Man test), Kaufman-Ability Battery for Children; Koh's Blocks; Lorge Thorndike intelligence test, Moray House Test no.44, McCarthy Scale of Children's Abilities; Висконсинский тест сортировки карточек (Wisconsin Card Sorting Test), тест Джона Равена (Raven's Progressive Matrices). Чтобы сделать их мировым стандартом, нужно адаптировать их к другим языкам и культуре. Иначе они будут показывать не «ум» испытуемых, а владение английским языком и бытовыми реалиями жизни в США. Неразумно, скажем, предполагать, что отвечающий на вопросы хорошо знаком с игрой в гольф.

Перевести и адаптировать тест к реалиям местной культуры — нетривиальная задача, для этого нужны местные кадры подготовленных психологов, умеющих сотрудничать с западными коллегами. Но и после адаптации данные будут несравнимы: изменение состава невербальных и вербальных задач не позволяет понять, каким образом «греческий», «турецкий», «индийский» или «африканский» IQ соотносится с «англосаксонским» в содержательном плане. Тем не менее талант компетентных ученых преодолевает эту преграду. Не всегда, но во многих случаях подобная адаптация состоялась. Для многих стран «второго» и «третьего» мира, даже для стран Черной Африки можно использовать именно те IQ-тесты, которые сейчас стандартизированы на Западе, а не устаревшие их варианты. Другое дело, что исследования в области психологии интеллекта убедительно показывают, что тесты на IQ измеряют не интеллект или «ум», а социализацию — укорененность индивида в данной культуре; бедные и нацменьшинства менее укоренены, чем представители среднего класса, отчего и результат получается ниже.

Почему IQ сложно считать показателем интеллекта

Во-первых, показатель IQ — не всегда надежный предиктор даже для школьной и студенческой успеваемости. (Этот вопрос и другие, о которых пойдет речь в этой главе, подробно обсуждаются в интереснейшей книге М.А.Холодной «Психология интеллекта: парадоксы исследования».) Он упорно продолжает «сбоить» примерно на четверти или трети испытуемых, несмотря на то что в англосаксонских странах и ряде других стран Запада уже несколько поколений детей и подростков учатся сдавать эти тесты.

Как известно, связь между двумя величинами характеризуется коэффициентом корреляции. Положительный коэффициент корреляции означает, что если IQ ребенка выше среднего значения IQ одноклассников, то и средний балл его аттестата обычно выше среднего балла одноклассников. И чем больше первое отклонение от среднего, тем обычно больше второе. Ключевое слово — «обычно». По разнице в IQ можно предсказать разницу в школьных успехах детей, но лишь частично: бывает и так, что разница в IQ у двух детей невелика, а в школьных успехах — значительна, или наоборот. Более того, возможно, что IQ у кого-то выше среднего, а успеваемость — хуже средней в классе.

По данным отечественных исследователей, корреляция с общей успеваемостью результатов теста Дж. Равена составляет 0,72, а результатов теста Д.Векслера — 0,5. Не вдаваясь в математические подробности — это означает, что «интеллект, по Равену», «объясняет» 50% разницы детей в успеваемости, а «по Векслеру» — 25%. «Объясняет», естественно, в кавычках, поскольку корреляция еще не доказывает причинной связи.

Можно обсуждать, почему иногда дети, хорошо справляющиеся с интеллектуальными тестами, плохо учатся (обратные случаи встречаются реже), но сам факт говорит о том, что прямой связи между школьными успехами и величиной IQ нет. Кроме того, корреляция обычно высока на начальном этапе обучения, а в старших классах и в колледже она снижается.

Во-вторых (и это главное), быстро выяснилось, что интеллектуальные тесты чрезмерно чувствительны к особенностям социализации испытуемых — даже те из них, которые относятся к числу так называемых свободных от культуры тестов. Ниже мы перечислим несколько фактов, описанных в научной литературе.

Показатели черных граждан США значительно ниже, чем у белых американцев и европейцев (аналогичные данные получены с выборкой индейцев). Однако показатели иммигрантов из стран Черной Африки, поселившихся в США и Великобритании, и их потомков в первом поколении равны результатам «белых протестантов» или превосходят их. Показатели IQ у этих африканцев и их потомков в той же степени коррелируют с тестами школьных достижений и ростом социального статуса во взрослой жизни после школы, что у бе-

Коэффициент интеллекта (англ. IQ — intelligence quotient) — количественная оценка уровня интеллекта человека относительно уровня интеллекта среднестатистического человека такого же возраста. Понятие коэффициента интеллекта ввел немецкий ученый Уильям Штерн, который предложил использовать в качестве показателя интеллекта частное от деления умственного возраста на хронологический. Например, человек 20 лет от роду, интеллектуальный возраст которого составляет 22 года, имеет $IQ = (22 / 20) \cdot 100 = 110$. Поэтому 12-летний ребенок и выпускник вуза могут иметь одинаковые значения IQ, если развитие каждого из них соответствует возрасту.

Тесты IQ разрабатываются так, чтобы результаты описывались нормальным распределением со средним значением IQ, равным 100, причем 50% людей имели бы IQ между 90 и 110 и по 25% — ниже 90 и выше 110. Каждый тест состоит из множества различных заданий нарастающей сложности. Замечено, что чем больше вариантов теста проходит испытуемый, тем лучшие результаты он показывает. Наиболее известен тест Айзенка, но более точными являются тесты Д.Векслера, Дж.Равена, Р.Амтхауэра, Р.Б.Кеттелла. На данный момент не существует какого-либо единого стандарта на тесты IQ.

лых (и так же слабо — с профессиональными достижениями). Средние величины IQ детей-мулатов, рожденных немцами от американских солдат-негров после Первой мировой войны, не отличались от таковых у местных немецких детей и зависели лишь от социального статуса семьи, в которой выросли эти дети. У белых, живущих в высокогорной местности, показатели ниже, чем у европейцев, а вот у детей из самых богатых графств США значительно выше средних европейских данных.

В-третьих, ответ считается верным или неверным прежде всего «по сравнению с мнением большинства», ведь интеллектуальные тесты создавались для того, чтобы различать норму и отставание». Иными словами, в результаты теста показывают развитие не индивидуального интеллекта, а той его части, которая отвечает за адаптацию к нормативам.

В-четвертых, под вопросом оказался постулат «хороший интеллект — быстрый интеллект». Это сомнительно даже для животных. Так, согласно А.Н.Леонтьеву, интеллект впервые возникает там, где поведенческий акт делится на две фазы: подготовку действия и реализацию. При появлении интеллекта как эволюционно новой психической способности животное ориентируется в ситуации уже не методом проб и ошибок — ориентировка перемещается во внутренний план. Именно этот феномен «паузы», отсроченного реагирования, считается поведенческим проявлением интеллектуальной активности (Леонтьев, 1959).

Решение задач, действительно требующих «ума», связано не со скоростью ментальных процессов, а, наоборот, с их временным замедлением, с остановкой на подумать. Оба мы помним собственные ощущения на первом письменном туре Школьной биологической олимпиады МГУ: когда берешь задание, первое чувство — немедленно начать что-то писать, поскольку ты обычно что-нибудь да знаешь по любому вопросу. Но если поддаться этому чувству, ответ будет неполным или неправильным: надо его подавить и подумать, в чем состоит проблема, как ее решить, в общем, уйти от того, на что наталкивают чужие формулировки, и формулировать самому.

В-пятых, на оценки IQ очевидным образом влияют психологические свойства человека, никак с интеллектом не связанные. Во многих исследованиях отмечается отрицательная корреляция между показателями IQ и тревожностью. Значит ли это, что более тревожные люди глупее? Конечно, нет. Но ситуации тестирования, «экзамена», для них менее благоприятны. Более низкий IQ отмечается также при повышенной агрессивности либо унынии. А вот экстраверсия часто соотносится с более высокими IQ-оценками.

Немалую роль играет так называемый страх подтверждения стереотипа (stereotype threat), подробно исследованный известным американским психологом Эллиотом Аронсоном. Когда негры, бедняки или женщины думают (на основании обстановки эксперимента, например, если тестирующие — тоже негры или женщины, а не белые мужчины), что их тестируют индивидуально, для определения их личных умственных способностей, они показывают последние в полной мере. А вот когда они думают, что их тестируют не как отдельную личность, а как представителя своей расы (пола, социального класса и т. п.), у них возникает страх, что их низкий результат плохо отразится на их группе, и они действительно показывают низкий результат.

Итак, мы видим, что отнюдь не всякие проблемы с обучением можно списать на низкий интеллект — и даже в том случае, когда полученный балл по IQ не слишком высок. Гораздо лучше попытаться понять, как адаптировать к выполнению образовательных заданий данного конкретного школьника с его индивидуальными особенностями. Лучше еще и потому, что намного практичнее для педагогов и психологов. Когни-



МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

тивное развитие ребенка — это процесс, управляемый теми средствами, которые есть у педагога. А низкий IQ, как ни крути, стигматизирует ребенка и дает учителю легальные основания не учить его как следует ввиду «врожденной неспособности».

По мнению отечественного специалиста по психодиагностике К.М.Гуревича, тесты интеллекта надо демаскировать. То, что они измеряют, важно и нужно, но слово «интеллект» в их наименовании имеет весьма условное значение. Их правильнее было бы назвать «тестами психического развития, адекватного данной культуре».

В условиях классового общества «укорененными» оказываются только верхние и средние классы, имеющие необходимые ресурсы для развития — наличие книг дома, культурный уровень родителей и благоприятная семейная обстановка, постоянные занятия с детьми, приучение к чтению и поощрение любопытства, интереса к науке и знанию, представления родителей о желаемом образовании для ребенка и т. д. Напротив, социальные низы — рабочие, бедняки, угнетенные нацменьшинства вроде негров и пуэрториканцев в США — в культуре «образованного среднего класса» не укоренены, они как бы внутренние варвары, почему и получают худшие оценки.

Так что же, вместо «IQ негров ниже, чем у белых» следует говорить «IQ бедных ниже, чем у богатых»? Звучит немногим лучше, кажется, что отсюда рукой подать до идеи справедливой общественной конкуренции. Но сниженный IQ у бедных и угнетенных — не причина их бедности, а следствие.

Ум и бедность

Результаты тестирования здоровых (то есть не умственно отсталых, не имеющих органических поражений нервной системы) детей любого возраста показывают зависимость среднего IQ испытуемых от социального класса их родителей (в первую очередь отца) и от их образовательного уровня. Эта зависимость выполняется только «в среднем», отнюдь не для каждого конкретного индивида, и тем не менее она есть. Классы в исследованиях выделяли «по Веберу», а не «по Марксу» — по уровню доходов, уровню образования, необходимого для соответствующей профессии, ее престижу, соотношению физического и умственного труда, соотношению руководства другими людьми и исполнения приказаний самому и т. п.

Специальные исследования, проведенные в США, показывают снижение величин IQ пропорционально годам, проведенным в бедности. Эффект максимален, естественно, у хронических бедняков — независимо от этнонациональной принадлежности и от того, живут ли они в городских гетто или в сельской местности. Грег Дункан и Джоанн Брукс-Ганн («The effects of poverty of children», 1994) собрали информацию о доходе множества семей за годы от рождения ребенка до пяти лет. Если все первые пять лет жизни ребенок провел в бедности, IQ снижалось в среднем на 9,06 единицы по сравнению с контрольной группой (дети, родители которых ни-

когда не жили в бедности), при частичной бедности — на 4,02 единицы. Авторы учитывали образование матери и структуру семьи (полная, неполная, работал ли отец или был безработным) и уверены, что эти различия — именно следствие бедности.

Но в чем причина? Ответ известен достаточно давно: снижение объема кратковременной (рабочей) памяти, куда наш мозг «помещает» какие-либо данные, идеи или принципы, чтобы использовать их в обработке задач или потом переправить их в долговременную память. У детей из бедных семей объем рабочей памяти устойчиво снижен по сравнению с детьми из семей среднего социально-экономического статуса. Эта закономерность тоже проявляется «в среднем»; в разных выборках бывает до трети — четверти исключений — так называемые устойчивые дети. Как пишет американский психолог Хелен Би в книге «Развитие ребенка», выдержавшей уже девять изданий: «Они отличаются от уязвимых детей тем, что имеют благоприятное окружение — таких родителей, друзей или иных значимых взрослых, индивидуальные особенности которых уравнивают стресс, которому ребенок из бедной семьи подвергается в своей среде обитания». Родители устойчивых детей иначе с ними обращаются, развивают их и не следуют стереотипам касты отверженных, которые отрицательно сказываются на развитии негров, латинос или детей бедняков.

Интересно, что отношение родителей к успехам и развитию детей до известной степени определяется особенностями культуры, к которой принадлежит семья. Снова цитируем книгу Хелен Би: «Азиатоамериканские семьи верят в индивидуальные усилия как в одну из первостепенных дорог к успеху. Этот элемент отсутствует в культурных ценностях латиноамериканцев и евроамериканцев. В евроамериканской культуре способности, а не упорный труд считаются ключом к успеху. Это различие не тривиально. Если ключевым ингредиентом вы считаете способности, то тогда нет смысла прикладывать большие усилия, а надо просто принять посредственный уровень успеваемости вашего ребенка».

Это межкультурное различие повышает шансы ребенка, живущего в бедном районе и попадающего в *ghetto school*, получить качественное образование и «выбиться в люди». Иными словами, в подобных условиях «низкого старта» при равном таланте для подъема требуется больше усилий, чем «в среднем» для благополучных детей среднего класса. Вера в индивидуальные усилия заставит стараться, обеспечит максимальную поддержку семьи и позволит достичь успеха. Вера в то, что все решают способности (особенно в генетическую предопределенность) заставит опустить руки.

И далее: «Азиатские родители, напротив, верят в значение старания (получающего поддержку и ресурсы всей семьи), откуда следует очень разное отношение к успеху и неудаче ребенка: родители принимают успех как само собой разумеющееся, естественное следствие труда, а не счастливый случай, на неудачу реагируют тем, что побуждают прикладывать больше усилий. Из-за этих различий азиатоамериканские родители проводят больше времени со своими детьми, обладают более высокими стандартами достижений для них, поднимают планку по мере реализации ожиданий и т. п. Они много реже удовлетворены школой детей, считая, что школа может работать лучше».

Недавнее исследование Гэри Эванса и Мишель Шамберг («*Proceedings of the National Academy of Sciences*», 2009, т. 106, № 16) показало, что «передаточное звено» от бедности к сокращению рабочей памяти — постоянный стресс, который испытывают дети из бедных семей. Мерой стресса была так называемая аллостатическая нагрузка — биологический маркер, показывающий «степень изношенности» организма. Для ее оценки используются такие параметры, как уровень

кортизола, адреналина и норадреналина, артериальное давление и т. п. Известно, что повышенный кортизол у млекопитающих подавляет исследовательское поведение (то есть любопытство) и сокращает чувствительный период социализации, когда молодой зверь охотно и с минимальным страхом исследует окружающую среду.

Чем дольше семья жила в бедности (от года до 13), тем выше был индекс аллостатической нагрузки у детей, тем сильнее уменьшалась рабочая память и т. д. Устойчивое повышение содержания кортизола в крови наблюдается при хроническом стрессе. А стресс сохраняется даже у тех людей, которым удалось выбраться из бедности. Данный факт надежно установлен, скажем, для негритянских детей в США: аномально повышенный уровень кортизола у жителей гетто или сельской глубинки обеспечивает существенное снижение веса при рождении, и этот повышенный уровень сохраняется еще одно поколение у потомков тех лиц, которым удалось выбиться из бедности и перейти в средний класс. Пословица «Кто был беден, еще сорок лет чувствует себя бедным», с точки зрения физиологии абсолютно точна. Кстати, именно пониженный вес доношенного ребенка при рождении — одна из очень немногих физиологических характеристик, позволяющих предсказать снижение баллов IQ, которое ожидается в будущем у этого новорожденного.

Дети из бедных семей в США, а тем более в странах «третьего мира» живут в опасном окружении, где высок риск пожара, где можно подвергнуться насилию со стороны других жителей. В районах, где они обычно проживают, наблюдается опасная концентрация свинца и других тяжелых металлов (подострое отравление которыми, с одной стороны, значительно снижает школьную успеваемость, с другой — ответственно за значительную часть правонарушений и преступлений импульсивного характера). Американская бедность создает крайне неблагоприятную среду для детей бедняков (см. таблицу). Обратите внимание: там, где наиболее существен генетический компонент (астма), разница в заболеваемости детей бедняков и состоятельных семей минимальна.

Далее, в США существенная часть бедных голодает, в том числе и дети. По данным 2007 года, 36,2 млн. американцев, в том числе 12,4 млн. детей, живет под угрозой голода (зависят от продовольственной помощи, без которой будут голодать). Как сообщает «Community Childhood Hunger Identification Project» (1995), 4 млн. детей в возрасте до 12 лет пережили как минимум год голода, 9,6 млн. испытывали воздействие голода — шли в школу без завтрака, ложились спать без ужина, то есть голод их мучил, но заметного вреда здоровью не наносил. Родители в 70% домохозяйств, где был зафиксирован голод, были рабочими, в 57% — работающими полный рабочий день. В последние 10 лет эти цифры, полученные в рамках проекта, оставались примерно теми же.

Постоянный и даже периодический голод мешает учиться. Доказано, что дети, которые приходят в школу не позавтракав, медленнее думают на занятиях и достигают меньших успехов за период обучения в школе по сравнению с теми, которые завтракают каждый день, при равных исходных способностях. Чтобы дети из неблагополучных семей нормально развивались в умственном отношении, их следует как минимум кормить завтраком за госсчет. Прослежена и связь между питанием матери, особенно во второй половине беременности, и IQ будущего ребенка.

По данным американского психолога Джеймса Гарбарино (выросшего в итальянской бедняцкой семье и изучающего среду обитания детей в гетто), уровень преступности в кварталах городской бедноты — самый высокий в стране. Почти половина учащихся начальных и старших классов, живущих в бедных кварталах, за последний год стали свидетелями по крайней мере одного преступления с насилием; почти все

Сравнение состояния здоровья детей из бедных и состоятельных семей в США

Проблема	Разница в заболеваемости у детей бедняков по сравнению с состоятельными
Низкий вес при рождении	В 1,5—2 раза чаще
Поздняя иммунизация	В 3 раза чаще
Астма	Немного чаще
Отравление свинцом	В 3 раза чаще
Смерть ребенка вскоре после рождения	В 1,5 раза чаще
Смерть от несчастного случая	В 2—3 раза чаще
Смерть от заболевания	В 3—4 раза чаще
Состояние здоровья оценивается как удовлетворительное или плохое (но не хорошее)	В 2 раза чаще
Процент детей с заболеваниями, ограничивающими школьную активность	В 2—3 раза выше
Задержка физического развития	В 2 раза выше
Количество дней болезни в год или пропусков школьных дней по болезни	На 40% выше
Существенное повреждение зрения	В 2—3 раза чаще
Серьезная железодефицитная анемия	В 2 раза чаще

По материалам статей: *Starfield B. Childhood morbidity: comparisons, clusters and trends. Pediatrics. 1991, v.88, p.55; Brooks-Gunn J., Duncan G.J. The effects of poverty of children. The future of children. 1997, v.7, №2, p. 55*

слышали выстрелы, видели, как избивают человека или торгуют наркотиками; к 15-летнему возрасту 30% детей видели убийство человека. По данным национального обзора Центра контроля заболеваний за 1993 год, 22,1% учащихся старших классов сообщили, что они в течение некоторого времени носили нож, пистолет или биты последние 30 дней, а 7,9% детей носили пистолет. Гарбарино пишет, что «эти цифры гораздо больше напоминают опыт детей в зоне военных конфликтов, которые мы посетили в других странах, чем то, что можно было бы ожидать от наших детей, живущих в «мире».

У детей из бедных городских кварталов наблюдаются характерные симптомы посттравматического стрессового расстройства, как у детей из района военных действий, — нарушения сна, раздражительность, неспособность к концентрации внимания, гневные вспышки и повышенная тревожность. У многих отмечаются «вспышки воспоминаний» или навязчивые воспоминания о травмирующих событиях.

Эффект Флинна

С другой стороны, как только лечение, питание и уход детей бедных и нацменьшинств стабильно улучшаются, их IQ сразу начинает расти. Аналогичный эффект оказывает экономическое развитие территории в целом, независимо от того, кто на ней живет — белые, черные или индейцы.

«Пожалуй, наиболее впечатляющие данные были получены при обследовании индейцев племени осейдж. Они занимали территорию, на которой было обнаружено месторождение нефти, и это обстоятельство способствовало резкому повышению уровня их жизни по сравнению с другими индейцами. При тестировании оказалось, что по степени умственного развития эти индейцы превосходят сопоставимые с ними группы белого населения, живущего на этой же территории.

Аналогичное повышение среднего значения IQ было зафиксировано для белого населения горных восточных районов штата Теннесси в 30-х годах. Это был период, когда здесь наблюдалось значительное улучшение экономических и социальных условий, в том числе образования, в результате чего среднее значение IQ возросло с 83 до 93». (Цит. по: Л.Эрман, П.Парсонс, Генетика поведения и эволюция. М.: Мир, 1984.)

Начиная с 1930-х годов по мере общего улучшения питания и лечения людей в разных странах мира наблюдается так



МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

называемый эффект интеллектуальной акселерации, или эффект Флинна, — направленный рост IQ. При этом он растет преимущественно у тех групп населения, социальных или этнорасовых, у которых он был наиболее снижен. Как и «настоящая» акселерация, интеллектуальная распространяется из более урбанизированных (индустриализированных) стран в менее урбанизированные, из города в село, из центра на периферию и т. п. В результате стандартизированный IQ жителей стран Черной Африки — 80—82, что соответствует норме Голландии или Дании 1950-х годов. При нынешней норме IQ 100 (Великобритания, США — 98) норма для 1950-х — нынешние 75—80.

О природе интеллектуальной акселерации идут бурные споры. Ясно, однако, что гипотезы, объясняющие этот феномен ростом генетического разнообразия в крупных городах, не слишком убедительны. Наиболее важные факторы — улучшение питания, условий жизни детей и будущих матерей, повышение качества образования для бедных слоев населения и нацменьшинств. Собственно, именно у них эффект Флинна проявляется четче всего. В том числе сокращается знаменитый расовый разрыв между белыми и афроамериканцами. В развитых странах среди бедняков, нацменьшинств, иммигрантов второго-третьего поколения рост IQ продолжается, тогда как у «белого среднего класса», он, возможно, застыл. Понятно, что в бедных и слабоурбанизированных странах интеллектуальная акселерация начнется позже и будет проявляться слабее всего.

Итак, научное объяснение пониженного IQ у негров и «цветных» лежит целиком и полностью в социальной сфере. О том, как в Черной Африке обстоят дела с уровнем жизни, защиты детей и материнства, нетрудно прочитать в новостях. Однако белым людям, в чьих государствах сохраняется или возрастает процент малообеспеченных и социально незащищенных граждан, гордиться перед африканцами особенно нечем.

Так что же с «генетикой интеллекта»? Как насчет знаменитых генов IGF2R и FOXP2, исследований с участием однояйцевых близнецов, выросших в разных условиях? Можно ли считать, что генетическое различие существует если не между расами, то между умными и глупыми людьми одной расы? Об этом — в следующей статье.

Что еще почитать о развитии и тестировании интеллекта

В.Н.Дружинин Психология общих способностей. 2-е изд. СПб.: Питер, 2002.

Хелен Би Развитие ребенка. 9-е изд. СПб.: Питер, 2004.

М.А.Холодная. Психология интеллекта: парадоксы исследования. СПб.: Питер, 2002.

М.А.Холодная. Профессиональные иллюзии как следствие упрощенных представлений о человеческом интеллекте. Психология. Журнал ВШЭ. 2004. Т.1. № 4. С.38—44.

Сирил Хиншельвуд: кинетика ХИМИИ И ЖИЗНИ

Кандидаты химических наук

Н.В.Кулькова, А.С.Садовский

Нобелевскую премию по химии 1956 года за изучение механизма химических реакций шведские академики разделили пополам между Николаем Николаевичем Семеновым и Сирилом Норманном Хиншельвудом. Поэтому в рассказе о Хиншельвуде речь пойдет и о его советских коллегах.

Развернутое резюме

Сирил Хиншельвуд (1897—1967) родился в Лондоне в небогатой семье. Отец мальчика, по происхождению шотландец, любил рассказывать, что в их честь в Глазго названа улица. (Действительно, улицу Хиншелвуд-Драйв можно найти и на современной карте города.) Он умер, когда сыну было всего семь лет. Сирил был так привязан к матери, что прожил вместе с ней всю жизнь и остался холостяком. Часть его детства прошла в Канаде, но школу он заканчивал в Лондоне. Крепким здоровьем Сирил не отличался, а вот за успехи в учебе ему присудили стипендию Бейллиол-колледжа при Оксфордском университете. Но из-за Первой мировой войны способный юноша не отправился в университет и в 1916 году начал работать на Куинсферийской фабрике взрывчатых веществ. Там Хиншельвуд приобщился к химии и вскоре стал помощником главного химика.

Спустя два года он воспользовался стипендией, прошел усовершенствованный курс колледжа и одновременно стал участвовать в научной работе. Уже в 1921 году он поступает в аспирантуру и начинает преподавать в оксфордском Тринити-колледже, а в 1926 году выходят в свет его первые книги по термодинамике и кинетике химических превращений, которые стали событием в этой науке. В 1929 году Хиншельвуд становится членом Королевского общества. После ухода в отставку Фредерика Содди в 1937 году ему достается почетная должность профессора кафедры химии Оксфордского университета. В 1941 году завершается строительство Физико-химического института, скромно называемого лабораторией (PCL – Physical Chemistry Laboratory), тогда же Хиншельвуд становится ее руководителем, по сути, возглавляет оксфордский «химфак».

Весь предыдущий период его деятельности можно обозначить как «время Хинша», как называли его коллеги и студенты. На новой должности Хиншельвуд стал более замкнутым, у него появился небольшой, но очень уютный кабинет с персидским ковром и парой изящных ваз. Шумные компании здесь уже не собираются, его секретарше мисс Бинни дали прозвище «дракон». Чай в кабинет подают для двоих: редко требуется больше.

От нового увлечения, описания кинетики развития бактерий, ученого все чаще отвлекают научно-организационные обязанности: в 1950—1955 годах он секретарь, а следующие пять лет — президент Королевского общества. Этот пост он занимал, когда Н.С.Хрущев во время визита в Великобританию преподнес ему подарки: 50 специально отобранных книг по физике и химии и чернильный прибор из уральских самоцветов с бюстом И.П.Павлова. Менее ответственные посты

перечислять не станем, но для многих из них лучшей кандидатуры нельзя было и подобрать. Сэр Сирил Хиншельвуд (титул пожалован в 1948 году) был истинным полиматом (то есть человеком многознающим) и полиглотом. Студенты говорили, что за каждый свой отпуск он успевал выучивать по языку. Он отлично разобрался в искусстве, сам немного писал маслом. В 1960 году ему вручают Орден заслуг (Order of Merit) — лауреатами этого ордена могут быть лишь 24 одновременно живущих подданных ее или его величества. В отставку Хиншельвуд ушел в 1964 году.

Бренды Хиншельвуда

Именные законы, эффекты, механизмы, реакции — своего рода научные бренды. Они полезны тем, что облегчают запоминание и понимание, даже если и не совсем точно отражают приоритеты. Наоборот, обращаясь к истории вопроса, можно глубже постичь и сам предмет. После слова «механизм» в текстах о мономолекулярных газовых реакциях часто встречается сочетание «Линдемана — Хиншельвуда» (в более старой литературе Гиншельвуда), просто «Линдемана» и, реже, «Линдемана — Христиансена».

Суть этого механизма такова. Молекуле для химического превращения нужен некий избыток энергии, чтобы преодолеть энергетический барьер — энергию активации E . В элементарной бимолекулярной реакции этот избыток молекулы получают при столкновениях вследствие теплового движения. Фредерик Линдемман в 1920—1922 годах обосновал идею, что и мономолекулярные реакции, то есть такие, в которых превращение, например распад или изомеризацию, испытывает одна молекула, — это на самом деле скрытые бимолекулярные — для активации молекуле все равно требуется участие партнера, столкновение с ним. Доля столкновений, приводящих к реакции, очень мала, так что наблюдаемая скорость мономолекулярной реакции оказывается пропорциональной просто количеству молекул, то есть давлению. При разрежении соударения становятся редким событием, и, поскольку их число или вероятность пропорциональна квадрату давления, линейная кинетическая зависимость здесь переходит в квадратичную.

В книге «Кинетика химических превращений в газообразных системах» (1926) Хиншельвуд отвел много места рассмотрению изложенного механизма, при этом получив собственные данные, подтверждающие его истинность. Например, оказалось, что если в сосуд с разреженным реагентом ввести нейтральное вещество, то кинетическая зависимость выпрямится, снова став линейной, — при соударениях с инертными молекулами реагирующие получают ту же возможность активироваться. Некоторые мономолекулярные реакции им рассмотрены в схемах цепного механизма.

Напомним, ускорение по этому механизму происходит за счет того, что энергетический барьер для образования промежуточного продукта с активной частицей оказывается ниже, чем для прямой одностадийной реакции. Запущенный цикл будет с легкостью повторяться многократно, пока цепь



Хиншельвуд и Семенов за дружеской беседой, 1956 год. (Из архива Института химической физики им. Н.Н.Семенова РАН)

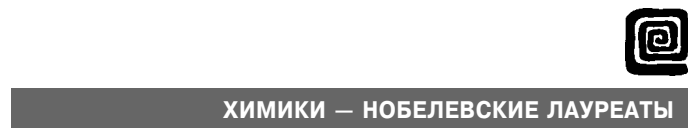
не оборвется — освободившаяся при очередной реакции активная частица столкнется с примесью или стенкой. Обобщение данных по механизму цепных реакций и последующее развитие этого направления как раз и привело Хиншельвуда к Нобелевской награде.

О «модели Ленгмюра — Хиншельвуда» пойдет речь в разделе гетерогенного катализа, а пока обратим внимание на то, что в обоих этих «брендах» в паре с Хиншельвудом значатся ученые Вальтера Нернста. Упомянутый первым Александр Линдeman был дипломированным физиком: в 1919 году, когда Хинш поступил в колледж, он уже возглавил Кларендонскую лабораторию в Оксфорде, став профессором той же кафедры по физике. Кинетика не была его профильной темой. Он также удостоился высокого дворянского титула — лорда Чаруэлла, став советником Уинстона Черчилля по науке к началу Второй мировой войны. Линдeman был выходцем из Германии, там он родился (в Баден-Бадене) и учился (в Берлине, у Нернста), однако лорд Чаруэлл оказался активнейшим сторонником варварских бомбежек жилых кварталов немецких городов, превративших по жестокости и масштабам Хиросиму и Нагасаки.

Цепи Семенова — Хиншельвуда

В ленинградском Физико-техническом институте молодой Ю.Б.Харитон с аспиранткой З.Ф.Вальта, работавшие в лаборатории Н.Н.Семенова, наткнулись на необычные эффекты свечения паров фосфора, вызываемые их окислением кислородом (1926). В колбу с парами фосфора небольшими порциями добавляли кислород. Казалось бы, сразу должна была начаться реакция окисления, которая отвечает за свечение белого фосфора в темноте, а ее не было до тех пор, пока концентрация кислорода не превышала некоего критического значения. Впоследствии его назовут нижней границей воспламенения.

Публикация экспериментальных данных в журнале «Zeitschrift für Physik» вызвала резкую критику Макса Боден-



штейна, мэтра в кинетике: необычные эффекты, по его мнению, возникли за счет обычных экспериментальных погрешностей. Харитон тем временем уехал в Англию на стажировку к Эрнесту Резерфорду, и, чтобы исправить положение, экспериментом пришлось заняться самому завлабу. Данные удалось воспроизвести и, более того, количественно описать из допущения, что окисление фосфора протекает по цепной реакции, причем с образованием в элементарных актах более одной активной частицы, то есть с разветвлением цепи. Статья Семенова была опубликована через год в том же журнале. Коллеги на ученом совете весьма сдержанно отнеслись к доложенной работе, но вот Боденштейн, которому автор послал репринт статьи, на сей раз сразу же принял такую трактовку. В следующем году подобные закономерности для взаимодействия кислорода с водородом Хиншельвуд опубликовал и доложил на собрании Фарадеевского общества.

Если в механизме разветвленных цепей стадии изобразить стрелками, то схема станет похожей на ветвистое дерево. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов носит сложный характер. Например, при увеличении концентрации окисляющегося водорода в области «спокойного» горения, в которой инициирование и обрыв цепей сбалансированы, скорость реакции будет нарастать медленно. Затем, после прохождения нижней границы, скорость резко подскакивает — наступает область взрывоопасных концентраций или самопроизвольного распространения пламени. Здесь скорость инициирования, превосходя обрыв, возрастает лавинно. Дальнейшее повышение концентрации тем не менее приводит вновь к замедлению реакции. Это случается, когда система проходит верхний предел взрывоопасности. Хиншельвуд объяснил явление тем, что за счет тройных соударений возрастает скорость обрыва цепей и устанавливается соответствующий уровень баланса инициирования и обрыва. Та же картина характерна для окисления углеводородов. Стало ясно, что по механизму разветвленных цепей протекает много важных процессов. Началось их интенсивное изучение, а между лабораториями Семенова и Хиншельвуда возникли тесные контакты.

Их личная встреча состоялась лишь в 1945 году: Хиншельвуд приезжал в Москву на торжества по поводу 220-го юбилея Академии наук СССР, которые совпали с празднованием победы в Великой Отечественной войне. Делегация иностранных ученых присутствовала на Параде Победы, побывала в Ленинграде, прошла по институтам. Ученые имели возможность посетить научные учреждения по своему профилю и пообщаться с советскими коллегами. Но безусловно, самой приятной для Семенова и Хиншельвуда была встреча в Стокгольме на нобелевских торжествах в 1956 году. Потом Хиншельвуд еще раз приезжал в Москву в 1959 году. В Институте химической физики была организована его торжественная лекция, собравшая многих ведущих химиков столицы. Переводить лекцию было поручено Харитону. Однако перевод Семенову не понравился, и вскоре после начала он обратился к присутствующему в зале М.И.Темкину с просьбой заменить переводчика. У Темкина все получилось хорошо.

А на следующий год нобелевские лауреаты встретились в Англии, когда Семенов присутствовал на праздновании 300-летия Королевского общества, тогда же он стал почетным доктором (honoris causa) Оксфордского университета. А Хиншельвуд был иностранным членом АН СССР.



Офис Бэзброкского научного парка при Оксфордском университете

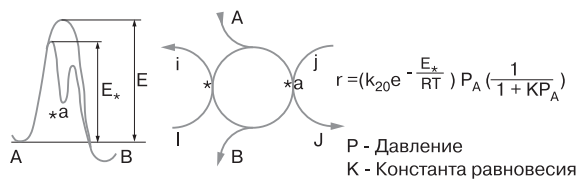
Гетерогенный катализ

В упомянутой небольшой по объему монографии 1926 года Хиншельвуд впервые выполнил полуколичественный анализ собственных и опубликованных данных по гетерогенно-каталитическим реакциям. В основе расчета лежал вывод, что изотерма Ленгмюра позволяет непосредственно перейти к формулировке кинетических выражений для этих реакций. Напомним, что изотерма — одно из ключевых понятий в физической химии; она представляет собой уравнение, которое связывает концентрацию адсорбированного вещества и давление при постоянной температуре. Ирвин Ленгмюр в годы Первой мировой войны разработал теорию адсорбции, которая исходит из того, что поверхность вещества-подложки усыпана активными центрами, к каждому из которых может присоединиться молекула адсорбирующегося вещества, при этом молекулы, осевшие на соседних центрах, друг с другом не взаимодействуют. Эти положения и позволили ученому вывести уравнение, названное его именем.

Согласно предложению Хиншельвуда, в уравнении Ленгмюра надо вместо концентраций или парциальных давлений реагентов просто вводить соответственно доли поверхности катализатора, которые те занимают в адсорбированном состоянии. Подразумевается идеальный случай: адсорбция (точнее, активированная хемосорбция, когда между веществом и подложкой возникают химические связи) монослойная, вся поверхность однородная и в ходе катализа достигается конкурентное равновесное покрытие адсорбирующими компонентами.

Монография привлекла к себе внимание, через три года потребовалось ее переиздание. Предложенная трактовка оказалась удобной для интерпретации кинетики гетерогенного катализа, и она получила название «модель Ленгмюра — Хиншельвуда», или «модель ЛН». До сих пор редкая статья по кинетике каталитических реакций обходится хотя бы без упоминания модели ЛН.

Воспользовавшись уже имеющимся примером мономолекулярной реакции $A = B$, покажем, как выглядит эта модель.



		A = B	
1	Зарождение цепи	$I \rightarrow * + i$	Активация катализатора
2	Развитие цепи	$A + * \rightarrow *a$	Адсорбция (медленная)
3	Обрыв цепи	$*a \rightarrow * + B$	Реакция с десорбцией
4	Обрыв	$j + *a \rightarrow J$	Отравление катализатора

Ценную реакцию и гетерогенный катализ можно изобразить одной схемой

Значок * в этом случае должен обозначать не активную частицу, а место адсорбции. Физический смысл стадий соответственно изменится, как отображено на схеме. В приведенном выражении для скорости реакции первый член в скобках — это аррениусовское выражение для константы скорости, а второй — доля свободной поверхности катализатора. Мы допустили, что адсорбция медленная, то есть именно осаждение реагента на поверхность ограничивает скорость реакции. На

нескольких примерах Хиншельвуд показал, что наблюдаемая энергия активации реакции без катализатора (E) снижается на 20—40 ккал/моль в его присутствии (E_*).

В 1930-е годы исследования реакций в газах и жидкостях продолжались. Н.Н.Семенов, возглавив Институт химической физики, организовал дальнейшее всестороннее исследование радикально-цепных реакций в научном и прикладном отношении (разработка взрывчатых веществ, процессов селективного окисления в газовой и жидкой фазах, полимеризации и многое другое). В начале 1950-х годов он предложил концепцию цепного механизма гетерогенного катализа. При этом месту адсорбции, то есть активному центру, приписывалось наличие как бы свободной валентности. Против этого выступил Темкин. В развернувшейся дискуссии оппонентам потребовались дополнительные эксперименты, что привело к созданию (Институт химфизики) и усовершенствованию (Карповский институт) первого мембранного реактора в виде тонкостенного палладиевого капилляра или пробирки. Сорепгент и водород, свободно диффундирующий через палладий, подавались в реактор раздельно. Варьируя давление водорода по одну сторону мембраны-катализатора, можно было устанавливать желаемое количество генерируемых активных центров на поверхности (*H) его другой стороны, и это позволило оценить число каталитических циклов, или «число оборотов» активных центров в ходе каталитических реакций.

Таким путем была продемонстрирована близкая аналогия принципа ускорения реакций за счет цепного и каталитического механизмов. Однако природа промежуточных соединений, в них присутствующих, принципиально разная: каталитически активные центры в отличие от свободных радикалов — долгоживущие образования, выдерживающие громадное число оборотов. Тут аналогии быть не может. В нобелевской лекции Семенов упомянул вскользь о цепном механизме катализа, но сама концепция оказалась, как и свободные радикалы, короткоживущей.

В те же пятидесятые годы закончилась другая дискуссия, зародившаяся еще до войны, правда не связанная с катализом. Скорее ее следовало бы назвать склокой или, пользуясь определением Харитона, «акулловщиной» — по фамилии организатора, профессора физфака МГУ Н.С.Акулова (выдающегося специалиста в области теории магнетизма, ставшего впоследствии академиком АН БССР и лауреатом Госпремии СССР). Акулов так же занимался теорией химической динамики и цепными реакциями и имел собственное представление об этих процессах. С Н.Н.Семеновым же у него возник серьезный конфликт по поводу приоритетов в открытии цепных реакций. Семенов отдавал его работе Боденштейна 1913 года, Акулов — работе Н.А.Шилова 1905 года. Дело доходило до того, что он приходил читать лекции студентам, ставил портрет Шилова на кафедру и восклицал: «Этого благородного старика обокрал академик Семенов».

Профессор Московского высшего технического училища Николай Александрович Шилов вообще-то состариться не успел, он умер от сердечного приступа в альпинистском походе в 1930 году (см. «Химию и жизнь», 1989, № 6) в возрасте 58 лет, а знаменит он созданием теории сопряженных реакций. Примером такой реакции служит окисление трудноокисляемого вещества в результате взаимодействия с кислородом не напрямую, а с помощью вещества-посредника. В 1903

году Шилов, работая в лейпцигской лаборатории Вильгельма Оствальда, вместе с Робертом Лютером изучал такие реакции, однако называть их цепными можно с большой натяжкой. Согласно определению, цепная реакция возникает потому, что «появление промежуточной активной частицы вызывает большое число (цепь) превращений исходных молекул или ядер вследствие регенерации активной частицы в каждом элементарном акте реакции». Обвинение в адрес Семенова было просто вздорным вымыслом. Акулов ничего не говорил о сэре Хиншельвуде, но тот был далеко и не мешал. Вся эта история сошла на нет после смерти И.В.Сталина, то есть еще до присуждения Нобелевской премии.

Кинетика жизни

Хиншельвуд был исследователем романтической направленности, его больше прельщало проникновение в новую область знаний, «измышление гипотез», а не поиск неоспоримых доказательств или доводов в пользу обнаруженных закономерностей. В своей нобелевской лекции он приводит английскую поговорку: «Лучше ехать и надеяться, чем приезжать», которую можно перефразировать так: «Исследование — всё, конечная цель — ничто». Поэтому неудивительно, что, добившись успеха в кинетике химических реакций, он отошел от химии и занялся биологией.

Кинетику развития бактерий Хиншельвуд начал исследовать еще до войны. С ее наступлением эту работу пришлось отодвинуть. В 1941 году PCL переехала в новое здание. Нужно было обеспечить светомаскировку и противопожарные ночные дежурства двух сотрудников. Выяснилось, что из всех воюющих армий у британской противогаз чуть ли не самый плохой. Хиншельвуд с сотрудниками взялся его модернизировать, улучшая характеристики активированного угля. Работали они также над сигнальными ракетами, плавкими взрывателями и генераторами дыма, но главный успех принес ИК-спектрометр. По измеренным на нем спектрам Томас Томпсон определял компоненты горючего, взятого из сбитых немецких самолетов. Это была очень ценная информация. Ходила легенда, что с Томпсоном даже советовалось командованием ВВС: какой завод синтетического топлива противника надо бомбить в первую очередь.

Тем не менее уже в 1946 году вышла книга Хиншельвуда «Химическая кинетика бактериальной клетки». Он поднялся на высший уровень в кинетической иерархии, включающей такие ступени, как элементарный акт — сложные реакции — процесс взаимосвязанных превращений. К нему Хиншельвуд сохранил интерес до конца жизни. Через 20 лет выйдет другая его книга в соавторстве с Алистером Дином «Рост, функционирование и регуляция в бактериальных клетках». В начале 1950-х уже стало понятным, что нуклеиновые кислоты должны играть важную роль в метаболизме, хотя было не совсем ясно какую. Развитие бактерии Хиншельвуд представлял в виде роста кристалла. Описание метаболизма клетки состояло у него из системы уравнений накопления белков и нуклеиновых кислот. Процесс по форме соответствовал автокатализу, то есть ускорению химической реакции ее же продуктом; понятно, что катализаторами служили ферменты. При неизменных внешних условиях по такой математической модели после некоторого периода устанавливается квазистационарный темп роста, определяемый, наряду с доступностью ингредиентов, набором и количеством ферментов. Это продолжается вплоть до момента деления клетки, наступающего при накоплении в ней определенного количества ключевых компонентов. Под действием внешних условий, в том числе и при проникновении лекарства, происходит сдвиг активности ферментов, который приводит к новому квазистационарному темпу, также оптимальному по скорости.



Такая кинетическая модель была встречена биологами по-разному. Неоламаркисты стали использовать работы Хиншельвуда в качестве поддержки своих взглядов, хотя сам он подчеркивал, что модель призвана отразить лишь процесс «ферментативной адаптации» и не имеет отношения к изменению наследственных признаков с мутациями или без них. Иммунологи приняли во внимание путь адаптационного приспособления, или «обучения», в частности привыкания к лекарствам. Были и скептики.

В 1951 году к Хиншельвуду поступил в аспирантуру юный вундеркинд из ЮАР — Сидней Бреннер, ему была предложена тема: кинетика метаболизма бактерии под действием фага. Бреннер принадлежал к новому поколению, в «химическую» концепцию шефа не верил и прикладывал немалые усилия, чтобы убедить его в необходимости хотя бы при постановке эксперимента учитывать генетические мутации бактерий. Какое-то время казалось, что это ему удавалось, но потом Хиншельвуд «отходил» и вновь возвращался на исходную позицию. Бреннер придумывал все новые аргументы в пользу «генетической» теории и подкреплял их экспериментами. Повторялось это неоднократно. Тем не менее через три года диссертацию он защитил. Впоследствии Бреннер вернулся к анализу жизненного цикла, но уже без всякой «химии» и на многоклеточном организме — червячке нематоде *C. elegans*. Эта работа была достойно отмечена Нобелевской премией по медицине за 2002 года (см. «Химию и жизнь», 2009, № 4).

А Хиншельвуд с удовлетворением убедился, что физико-химический подход позволяет описать динамику роста также колонии бактерий в целом. Исследования скорости роста различных бактерий в разных условиях привело в конце концов Алистера Дина и Лин Макэски в 1984 году к обнаружению микробов *Citrobacter*: они накапливают кадмий в огромном количестве — девять граммов на грамм своего сухого веса. Был разработан и принят к реализации инновационной компанией университета бактериальный фильтр для очистки растворов от ионов тяжелых металлов. Бактерии в нем удерживаются полиакриламидным гелем, а их жизнедеятельностью можно управлять с помощью присоединенных к гелю ферментов.

Как Хиншельвуду нравилось, так и вышло. Его гипотезы и подходы (теорема сети, принцип приоритетных реакций и многие другие) сейчас упоминаются при рассмотрении таких аспектов синергетики, важных для понимания жизни, как самоорганизация, автокаталитические циклы, колебательные реакции, переходы порядок-хаос. Значит, определенное влияние на формирование этих новых разделов биологии идеи Хиншельвуда оказали. Продолжая начатые исследования, Дин и Макэски смогли заставить кишечную палочку *E. coli* накапливать уран. Правда, практического применения такой микроорганизм пока не получил.

Сегодня в Оксфордском университете для внедрения открытий и разработок создан научный парк. На берегу паркового озера расположилось изящное двухэтажное офисное здание. Оно называется Хиншельвуд-хаус.



Кондиционеры: прохлада не заменит свежесть

Почему-то многие думают, что кондиционер забирает свежий воздух с улицы и охлаждает его. Попробуем разобраться: так ли это?

Еще в начале XIX века американский врач Джон Горье создал первый охлаждающий аппарат. Это был не кондиционер, а механический холодильник. Воздух прогоняли над корзиной, наполненной льдом, после чего он поступал в больничную палату, где находились пациенты, больные малярией и желтой лихорадкой, — холодом Горье пытался лечить тропические болезни. Считается, что слово «кондиционер» впервые использовал Жанн Шабаннес, который в 1815 году получил британский патент на «метод кондиционирования воздуха и регулирования температуры в жилищах и других зданиях».

Тем не менее людям еще долго пришлось ждать, когда эта идея воплотится на практике. Первую промышленную установку собрал американский инженер Уиллис Кэриер только в 1902 году. Устройство со змеевиком называлось «аппарат для обработки воздуха» и предназначалось в первую очередь не для охлаждения, а для снижения влажности в одной из типографий Нью-Йорка (влажность ухудшала качество печати).

После этого начался расцвет эпохи кондиционеров. Сначала ими оборудовали предприятия и публичные места: магазины, кинотеатры, текстильные и фармацевтические фабрики, а также некоторые больницы. Но очень скоро их стали устанавливать в домах и автомобилях. Первые аппараты, как обычно, были громоздкими, дорогими и даже опасными для здоровья, поскольку в качестве хладагента использовали токсичный аммиак. Но после открытия фреона в 1931 году ситуация резко изменилась — может быть, именно эту дату и надо считать годом рождения кондиционера, каким мы его знаем.

Кондиционер или вентиляция

Родиной кондиционеров была Америка, и это понятно — там много районов с жарким и влажным климатом,

без них не обойтись. В Россию они пришли сравнительно недавно, может быть, поэтому не все знают, что кондиционер и вентиляция — это две совершенно разные вещи.

Чтобы поддерживать в помещении нормальный микроклимат, нужно обеспечивать приток свежего воздуха. И здесь на помощь приходит вентиляция. Кондиционер может помочь вентиляции, но ни в коем случае не заменить ее. Вентиляторы, которые шумят в блоке кондиционера на улице, не подают в помещение свежий воздух!

Как устроен кондиционер? Этот что-то вроде холодильника, вывернутого наизнанку. Основные части обоих этих приборов (рис. 1, 2) — это компрессор, два теплообменника (трубки внутри и снаружи агрегата), расширительный клапан и хладагент (фреон).

В холодильнике цикл выглядит так: компрессор сжимает газообразный хладагент, его давление и температура повышаются (сплошная часть контура), а это тепло рассеивается из витков теплообменника, расположенных сзади холодильника. По мере охлаждения хладагент конденсируется и перетекает в расширительный клапан (на рисунке блок С). В нем давление резко падает, а хладагент, расширяясь, превращается в газ (прозрачный контур) и попадает во второй теплообменник, уже холодный. Затем весь цикл повторяется.

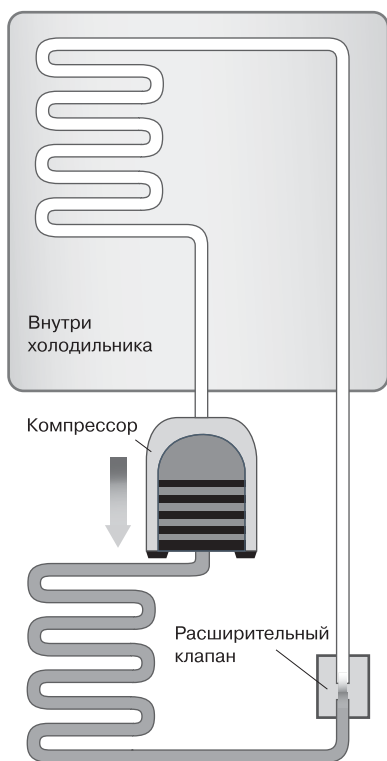
Кондиционер — это тот же холодильник, только без «коробки», куда он отдает холод. Не будем рассматривать оконные кондиционеры, у которых в один блок включен весь цикл. Поскольку они вставляются в оконный проем и закрывают свет, их применение сильно ограничено. В основном используют так называемые сплит-системы (от англ. to split — разделять, расщеплять). В ней кондиционер разделен на две части: горячую и холодную, и они разнесены между собой. На улице размещают то, что у домашнего холодильника находится сзади — компрессор и радиатор теплообменника, отдающего тепло. Вентиляторы, которые находятся в наружном блоке, просто ускоряют охлаждение тепло-

обменника, а не подают воздух в помещение, как ошибочно думают многие. Внутри помещения расположено то, что в холодильнике находится в морозильной камере. Это второй теплообменник, где после расширительного клапана фреон превратился в холодный газ под низким давлением. Теплый воздух забирается в верхней части внутреннего блока кондиционера, висящего в комнате, соприкасается с трубками теплообменника и выбрасывается уже охлажденным из нижней части того же блока.

Поэтому если вы установили дома кондиционер, да еще пластиковые окна, один и тот же воздух будет бесконечно циркулировать внутри вашей квартиры. Даже если в кондиционере есть угольные и другие фильтры, они не могут удалить из помещения все болезнетворные микробы и углекислый газ, который в большом количестве выдыхают люди, а также добавить в комнату кислород. А ведь для эффективной работы кондиционера окна надо держать закрытыми. Естественно, с каждым часом концентрация углекислого газа и других вредных веществ в помещении становится все выше.

Не стоит заблуждаться насчет терминологии. Когда в инструкции по эксплуатации вы встречаете фразу «кондиционер может работать в режиме вентиляции», это просто означает, что охлаждение или обогрев будут отключены, а вентилятор, встроенный в кондиционер, будет гонять воздух в доме (как самый простой настольный вентилятор).

Последние новинки, появившиеся на российском рынке, по утверждению производителей, способны подавать до 20 м³/час свежего воздуха с улицы. Но согласно Санитарным нормам и правилам, вентиляция должна подавать около 60 м³/час свежего воздуха на одного человека, только тогда воздух в помещении, где накапливается углекислый газ и другие вредные вещества, обновляется эффективно. Если в квартире находится семья из трех человек, то поток должен быть 180 м³/час, а самый современный кондиционер дает 20 м³/час и ни литра больше.



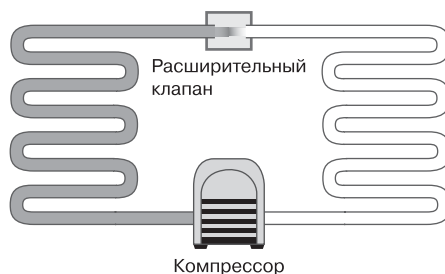
1
Схема холодильника

В США и других странах об этом знают и никогда не заменяют вентиляцию на кондиционер. Там устанавливают системы вентиляции — кондиционирования. Это такие системы, где воздух, подающийся с улицы, проходит специальную подготовку: осушается или увлажняется, нагревается или охлаждается и только затем подается в помещение. Подобные системы в России встречаются в основном в офисах.

Инкубатор для плесени

А тогда почему с кондиционером дышится легче? Потому что по законам физики при охлаждении плотность воздуха увеличивается, и соответственно увеличивается количество молекул кислорода в единице объема такого воздуха. Кондиционер также снижает влажность воздуха — он становится суше. А из сухого воздуха кислород усваивается гораздо легче. Однако концентрация вредных веществ, которые могут находиться в охлажденном воздухе, тоже возрастает, по тем же самым причинам. И они также быстрее усваиваются нашим организмом.

В воздухе всегда присутствует некоторое количество спор плесневых грибов. При нормальном климатическом режиме они погибают под действием солнечных лучей (не размножаются в жарком и сухом месте), проветриваются естественным образом или удаляют-



2
Схема любого кондиционера

ся с помощью очистителей воздуха. Но как это можно сделать с помощью кондиционера? Даже если вы вовремя чистите и меняете фильтры, что надо делать обязательно, то все равно кондиционер — это основное место размножения плесени в вашем доме.

Именно там есть все, что нужно для ее роста: тепло и высокая влажность. Очистка фильтров от нее не спасет, поскольку плесень находится в самом кондиционере. Самим разобрать его и прочистить внутри очень сложно. Однако есть способ, как этого избежать. Японская ученая Джунжи Такано провела эксперимент. Она сначала ежедневно, а затем время от времени отключала режим охлаждения воздуха и запускала работать только вентилятор в течение нескольких часов. В процессе эксперимента она регулярно подносила полоску бумаги с клеем к работающему кондиционеру на несколько минут, а затем ждала несколько дней, пока вырастет плесень и ее можно будет увидеть под микроскопом. Оказалось, что метод с вентилятором довольно эффективен — грибки плесени вскоре перестали высеиваться с полоски.

К счастью, хотя бы болезнь легионеров (легионеллез) владельцам кондиционеров не угрожает: ее возбудитель размножается там, где тепло и есть избыток пресной воды — в системах водоснабжения, бассейнах, фонтанах. Человек должен вдохнуть пары воды, содержащие легионеллу, только тогда он может заразиться. Бытовые кондиционеры работают на фреоне, и вода там образуется только в виде конденсата.

Тем не менее надо не забывать регулярно очищать кондиционеры и менять воздушные фильтры, на которых оседают вредные микроорганизмы.

Как правильно пользоваться прохладой

Так ставить кондиционеры или нет? Конечно, это хорошее изобретение, и в жару без них просто не обойтись. Однако нужно понимать, что кондиционер — это охлажденный и осушенный воздух, не более того. Свежим и чистым он от кондиционера не станет. Поэтому нуж-

но либо дополнить кондиционер вентиляцией, либо очень часто проветривать помещение. Если с вентиляцией не получается, а длительное проветривание не всегда возможно, то можно установить абсорберы углекислого газа.

Не поддавайтесь на удочку продавцов, которые говорят, что кондиционер будет очищать воздух в вашем доме. Фильтры, которыми снабжены кондиционеры, очень слабые и быстро забиваются. Вообще, их назначение — не пускать загрязнения в сам кондиционер. Если у вас аллергия или астма, то, возможно, стоит воспользоваться очистителями воздуха, только предпочтительнее отдавайте тем, которые работают по принципу абсорбции.

Особо надо сказать о работе кондиционера во время сна. Днем вы можете проветрить помещение, однако ночью вы спите. Но если спать без доступа свежего воздуха под кондиционером, то утром ощущения бодрости не ждите. В спальне во время сна очень быстро растет уровень углекислого газа (см. «Химию и жизнь», 2010, № 2), поэтому лучше оставить открытыми форточку или окно.

Итак, если у вас дома есть кондиционер, то надо регулярно проветривать помещение или устанавливать абсорберы углекислого газа и очистители воздуха; периодически запускать кондиционер работать в режиме вентиляции без охлаждения, чтобы убить плесень; очищать или менять фильтры и никогда не спать с закрытыми окнами. Если пользоваться кондиционером неправильно, да еще поставить пластиковые окна, атмосфера в доме изменится не в лучшую сторону. Жаль, что об этом никто никогда не предупреждает при покупке сплит-систем. Но если понимать принцип их работы, то вполне можно наслаждаться прохладой без вреда для здоровья.

И. Ветрова



РАССЛЕДОВАНИЕ



Полезные ссылки

Общероссийский математический портал



<http://www.mathnet.ru/>

Портал помогает российским и зарубежным математикам в поиске информации о математической жизни в России. Здесь есть книги, журнальные статьи (свободный доступ к полным текстам статей журналов Академиздатцентра «Наука» РАН по прошествии трех лет с момента выхода номера), и это очень ценно: ведь математические научные работы, в отличие, скажем, от биохимических, не устаревают за одно-два десятилетия. Вот отзыв человека, который пользуется этой опцией: «С начала 20-х годов прошлого века в России/СССР была первоклассная математика, да и сейчас есть первоклассные математики. Процентом девяносто работ, сделанных здесь после войны и до перестройки, опубликованы в журналах, доступных на этом сайте». Кроме того, тут есть ссылки на программное обеспечение, полезное для математиков, календарь конференций по математике, физике, информатике. В видеотеке имеются записи докладов, популярные лекции по математике, прочитанные на малом мехмате МГУ, и лекции летней школы «Современная математика». Кстати, лекции не только по теме портала. В списке наиболее популярных видеозаписей лидируют доклады А.А.Зализняка — еще одно свидетельство, что контакт между математиками и гуманитариями возможен.

Электронный каталог диссертаций



<http://www.dissland.com/>

Диссертации российские и украинские. Получить диссертацию из Российской государственной библиотеки в формате PDF стоит 500 рублей (можно электронными деньгами), срок исполнения — от часов до двух дней. Распознавание в формат Word делается за отдельную плату, зато подборка диссертаций по интересующей клиента теме — бесплатно, как и перевод с украинского на русский (о качестве перевода ничего сказать не можем, этой услугой не пользовались). Сведения об авторе и содержание также можно просмотреть бесплатно. Вместо полной диссертации можно заказать автореферат, это обойдется дешевле. Если диссертация имеется в РГБ, но в электронном каталоге ее еще нет, есть возможность заказать сканирование. Для постоянных клиентов предусмотрены скидки. Правовая сторона деятельности ресурса подробно рассмотрена в «часто задаваемых вопросах». Кстати, последний вопрос с ответом такой: «Я хочу продать свою диссертацию на Вашем сайте и получить вознаграждение за нее. — Скоро появится такая возможность, мы сейчас подготавливаем лицензионный договор, который будем подписывать с авторами». Так что торопитесь, пока дешево



Химический каталог



<http://www.ximicat.com>

Все о химии. Странное впечатление производят пустые прайс-листы оборудования и реактивов. Однако доска объявлений вполне живая, с новейшими предложениями. Ценный раздел — книги по химии («здесь вы можете ознакомиться с сокращенным содержанием интересующей вас книги либо скачать полную отсканированную версию в pdf или djvu формате»; правообладатели приглашаются к сотрудничеству). Есть доступ к «Справочнику лекарственных средств, применяемых в России», но огорчает отсутствие выходных данных, в особенности года издания. Печально также, что во многих химических статьях «автор неизвестен». Богатейшая коллекция ссылок на сайты химических журналов и другие ресурсы, связанные с химией. Работает форум. Желающие могут проверить свои знания, ответив на вопросы тестов по химии. И еще одна замечательная опция — видеоролики с химическими опытами.

Сайт Школьной биологической олимпиады МГУ



<http://shbo.ru/>

В 2010 году состоялась 60-я Школьная биологическая олимпиада. Она не дает льгот при поступлении, не приглашает иногородних школьников (кроме тех, кто живет недалеко от Москвы и может сам приехать на один день без ночевки), но об этом мероприятии знают все, кто учился или планирует учиться на биофаке МГУ. По мнению организаторов и участников, она развивает биологическое мышление — помогает ученикам понять, чем отличается реальная наука биология от той, что изложена в учебнике. Объект изучения биологии многогранен и непредсказуем, а верных ответов может быть несколько, и не все из них известны даже составителям заданий. Здесь находится уникальная коллекция олимпиадных задач для разных классов. Начиная с 80-х годов есть и ответы, а для последних лет — даже аудиозаписи «разбора полетов». Вопросы могут показаться несерьезными, например десятиклассников в этом году спрашивали, как профессору Челленджеру обустроить заповедник для птеродактилей, вывезенных из Затерянного мира. Но несерьезные вопросы не всегда бывают легкими. Чтобы убедиться в этом, попробуйте сами придумать ответ.

При поддержке Российской академии наук, Правительства Москвы и
Федерального агентства по информационным технологиям

Двадцать первая ежегодная выставка
информационных и коммуникационных технологий

26 - 29
ОКТАБРЯ
2010

SoftTool



www.softtool.ru
регистрация специалистов



Третья ежегодная выставка

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Национальный форум
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО, ЭЛЕКТРОННОЕ
ГОСУДАРСТВО, ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО



ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ»

Технологии управления • Технологии безопасности • Свободное ПО • Документооборот • Технологии образования



Организатор
(495)624-7072
www.softtool.ru



ОТКРЫТЫЕ
СИСТЕМЫ

c.news

softline®

МОСКВА • ВВЦ • ПАВИЛЬОН 69

Деревья, побитые молью

После того как липы зацвели в начале июня, москвичи думали, что июль их ничем не удивит: ни тропической жарой, ни краснеющей рябиной. Но листопад — это уже перебор. Сначала отдельные сухие листочки, потом все гуще и гуще полетели по тротуару, зашуршали на газонах, и любимый наш тополь у редакционного подъезда заметно облысел. Что интересно, липы рядом стоят зеленые... А, так это же тополевая моль! Мы о ней писали.

Как ни ругают горожане тополя — и пух от них летит, и древесина хрупкая, чуть ветер, норовит обрушиться и кого-нибудь задавить, — а сейчас их стало жалко. Все-таки, как говорил писатель и ботаник Михаил Диев (см. «Химию и жизнь», 2001, № 7–8), они хорошие. Живучие даже в городских условиях, богатые листвой и соответственно производящие много кислорода, — по некоторым оценкам, в этой области они рекордсмены. Наконец, мы просто любим их — за душистые почки, яркую листву и за майскую пуховую метель тоже. И статный тополь бальзамический, и пирамидальный, и даже тополь московский, тощий, нескладный, зато быстрорастущий. Так кто же их ест, бедных?

Топлевая моль *Lithocolletis populifoliella* Tr. — не «мошकारа», как ее иногда называют, а маленькая бабочка из семейства молей-пестрянок. Зимует она в трещинах коры, в щелях зданий, внутри помещений. Вот почему ее массовое размноже-



Фото: А. Константинов

Пустые оболочки куколок

ние чаще происходит в городах — уж очень удобная жилплощадь, и не замерзнешь, и никто не съест. С потеплением, в конце апреля — начале мая моль покидает свои укрытия и, как положено столичной жительнице, устремляется на природу. Правда, летает она не очень хорошо и обычно устраивает свои семейные пикники в считанных десятках метров от места зимовки. В середине мая на листьях тополей бабочка откладывает яйца, из которых выводятся гусеницы. Топлевою моль относят к минирующим насекомым-вредителям — ее гусеницы вьедаются в мякоть листа, и в нем возникают сухие «пузыри», или мины.

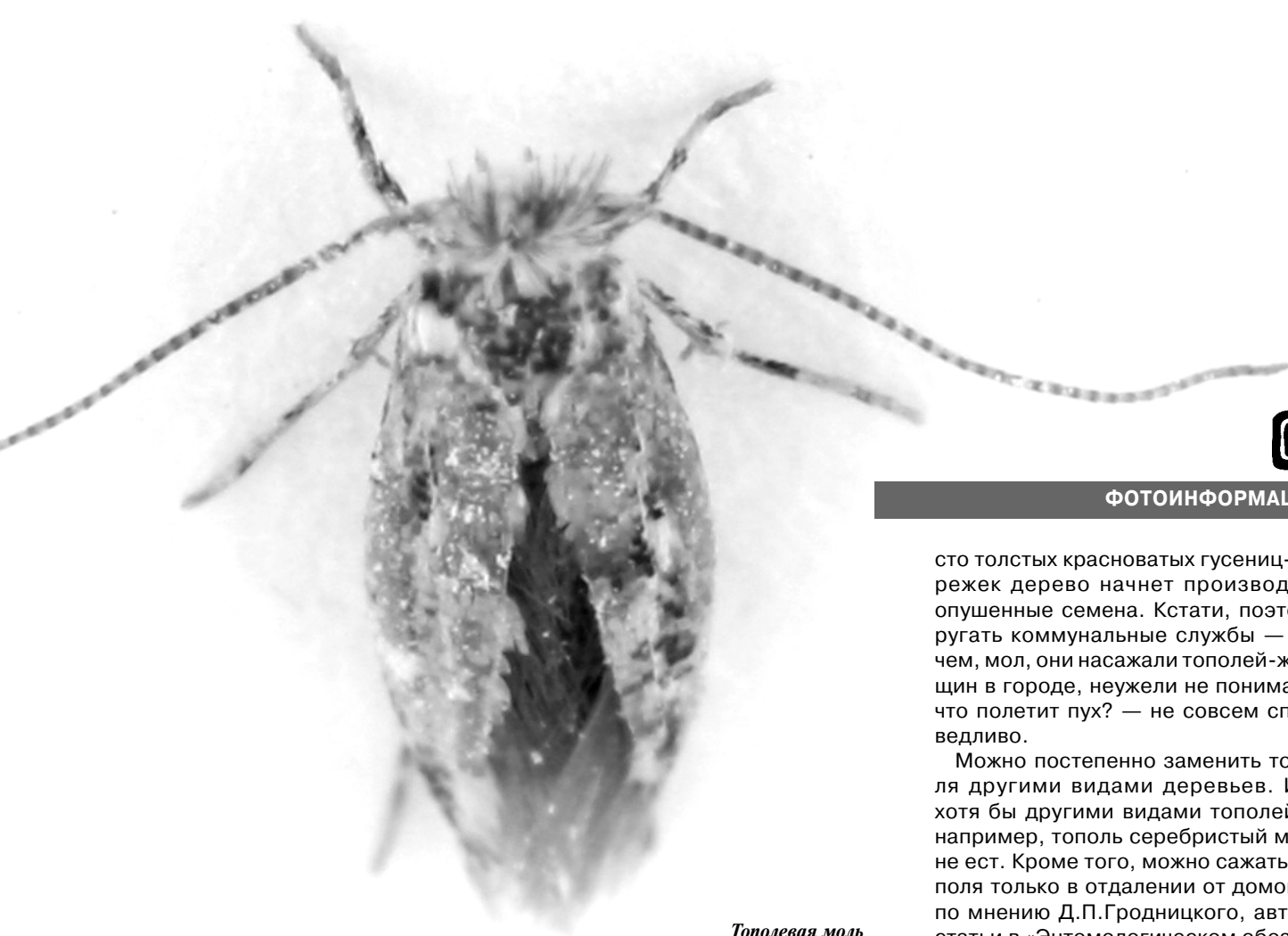
Мины на листьях тополя

Гусеница же к концу июня — середине июля окукливается, а из куколки примерно через неделю выходит новая бабочка.

В средней полосе за одно лето у тополевой моли развивается одно поколение, второе не успевает до августовских холодов. (Об этом писал А.В. Сулханов в «Химии и жизни», 1989, № 6.) Человеку тополевая моль докучает — летит в окна, набивается в люстры, но больше ничего плохого не делает. Никакие растения, кроме тополя, она не повреждает. Но как защитить тополь?

Первый способ — химический, например обработка инсектицидными препаратами, содержащими пиретроид второго поколения циперметрин. Дома никто не обрабатывает —





ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Тополевая моль

только деревья. Для человека и животных это вещество в малых дозах безопасно (ЛД₅₀ — 200 мг/кг), им даже обрабатывают от клещей крупный рогатый скот. При массовом размножении вредителя его разрешено применять в городах, в том числе Москве, а также в личных подсобных хозяйствах. Но, учитывая нынешнюю народную реакцию на слово «химия» (не бывает она полезной, пусть лучше тополя засохнут), посмотрим, нет ли экологически чистых способов избавления от моли.

Второй способ хорошо известен: обрезка. Легко заметить, что молодые тополевые побеги моль почти не ест, не нравится ей повышенное количество фенольных соединений. А значит, чем больше благоухающих молодых веточек, тем меньше моли. В Интернете пишут, что некоторые москвичи сумели победить моль в отдельно взятом дворе административными мерами: вовремя подали жалобу в районную управу, префектуру либо прямо в Департамент природопользования и охраны окружающей среды и добились, чтобы «их» тополя кронировали или спилили.

Кстати, обрезка помогает и от майского пуха: тополь начинает «пушить»



в 10—12 лет, а обрезка его омолаживает. В Москве хорошо видно, какие районы угадали со временем обработки или обрезки — там тополя зеленеют, будто никакой моли нет. (Например, в районе Новодевичьего монастыря наш фотограф не смог найти ни одного поврежденного листочка.) Другое дело, что регулярное подрезание ветвей, необходимое в городских условиях, может превратить мужское растение тополя в женское. Тополь растение двудомное, но пол у него не задан жестко на генном уровне, а определяется внешними условиями. Несколько лет обрезки — и вме-

сто толстых красноватых гусениц-сережек дерево начнет производить опушенные семена. Кстати, поэтому ругать коммунальные службы — зачем, мол, они насажали тополей-женщин в городе, неужели не понимали, что полетит пух? — не совсем справедливо.

Можно постепенно заменить тополя другими видами деревьев. Или хотя бы другими видами тополей — например, тополь серебристый моль не ест. Кроме того, можно сажать тополя только в отдалении от домов — по мнению Д.П.Гродницкого, автора статьи в «Энтомологическом обозрении» (1997, т.76, № 2), не менее чем в 50 метрах. Такое расстояние моли, зимующей в домах, уже трудно пролететь. Но в современных городах это условие мало где выполняют, а в полусотне метрах от дома часто обнаруживается другой дом.

У тополевой моли есть природные враги — наездники, насекомые из отряда перепончатокрылых. Их личинки паразитируют на гусенице моли. Как писал А.В.Сулханов, «насекомые-паразиты играют роль стабилизирующего фактора в системе дерево — минер — паразит. При этом листовые деревья дают прокорм гусеницам без заметного для себя ущерба». Только в Москве на тополевой моли паразитирует более 20 видов наездников! Но есть одна проблема: наездники зимуют в опавших листьях, а листья с газов осенью тщательно убирают. По поводу того, обязательно ли собирать их в мешки и увозить или есть иные варианты, идут дискуссии не первый год, но это уже другая тема.

Е.Котина



Про медицинские грибы

С. Анофелес

Когда наступает пора тихой охоты, грибников часто спрашивают: а эти ваши грибы для здоровья полезные или просто вкусные? С ходу на этот вопрос не ответишь. Пришлось долго изучать литературу, чтобы в конце концов сделать вывод: да, польза от грибов есть, и большая, но, чтобы извлечь ее, надо постараться.

Грибная польза

То, что грибы, точнее, их плодовые тела могут содержать вещества, обладающие большой биологической активностью, не вызывает сомнения. Иначе никто не опасался бы отравиться грибочками и не использовал бы их для запретных наслаждений либо для приведения себя в состояние боевого безумия. Однако выявление позитивной биоактивности грибов требует времени и усилий.

Самая известная история, связанная с грибными лекарствами, — открытие пенициллина. Будущий спаситель человечества от воспаления легких и других бактериальных инфекций Александр Флеминг, нобелевский лауреат 1945 года по физиологии и медицине, обнаружил его в питательной среде, на которой росла плесень *Penicillium notatum*. Как пишет «Химическая энциклопедия», до сих пор большинство антибиотиков добывают методами биотехнологии из низших грибов и бактерий: чисто химический синтез, несмотря на то что его приемы хорошо известны, обходится дорого.

Менее известна история с регулированием уровня холестерина. В 1971 году Эндо Акира и Курода Масао из токийского Университета сельского хозяйства и технологии обнаружили в плесени *Penicillium citrinum* вещество — его назвали мевастатином, — которое блокирует фермент, связанный с синтезом мевалоната, предшественника холестерина. Грибу вещество нужно для борьбы с бактериями: нарушение синтеза холестерина не позволяет последним строить клеточные мембраны.

Спустя пять лет компания «Merck», заинтересовавшись этой работой, создала препарат ловастатин, который синтезирует другая плесень, *Aspergillus terreus*. Ловастатин положил начало целому ряду препаратов для борьбы с избыточным холестерином, получивших название статинов. Под их воздействием клетки печени (а именно там расходуется 95% препарата), лишённые возможности синтезировать необходимый для строительства мембран холестерин, начинают поглощать его из крови.

Эти два ярких примера связаны с низшими грибами. Что же касается высших, то здесь ситуация запутаннее. Грибы входят в рецепты народной медицины, однако их научное исследование началось лишь в середине XX века, и нельзя сказать, что оно принесло столь же значительные результаты, как работа с плесенью. В них нашли много интересных веществ, которые стимулируют иммунитет, лечат от ожирения, от аллергии, защищают кожу от солнца и даже волосы делают шелковистыми. Однако доказать, что грибами можно лечить серьезные болезни, удастся с трудом и не все с этим мнением согласны. В качестве примера расскажем о поиске грибного лекарства от рака.

Открытие лентинана

О роли грибов в лечении рака одиннадцать лет назад на страницах журнала упоминали В.И.Максимов и В.Е.Родоман из Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН (см. «Химия и жизнь», 1999, № 1). Рассказанная ими история начинается с наблюдения пульмонологов: у больных туберкулезом никогда не бывает рака легких. Заподозрив, что в этом задействована палочка Коха, активизирующая иммунную систему, ученые выделили вещество с противораковой активностью. Лекарством оно не стало, поскольку эффект был ненадежным, однако этот результат привел к исследованию других бактерий, и в конце концов было установлено, что за активизацию иммунитета отвечает пептидогликан — полисахарид, к которому приделаны небольшие, в несколько аминокислотных остатков, молекулы белка. Отсюда недалеко и до идеи заняться грибами: их клетки — настоящий склад полисахаридов различного строения. Напомним, что это за вещества.

Полисахариды — полимеры, скелеты которых состоят из остатков моносахаров. Самые известные полисахариды — крахмал, целлюлоза, хитин — построены из виноградного сахара, глюкозы. Ее молекула содержит шесть атомов углерода; если весь скелет полисахарида состоит только из остатков глюкозы, то его называют глюканом. Другой важный моносахарид — ксилоза, она же древесный сахар; ее молекула содержит пять атомов углерода. Существует множество других моносахаров, содержащих и два, и три, и девять атомов углерода; сахара способны объединяться в разветвленные полисахаридные цепочки, порождая огромное разнообразие структур, причем не только первичных — в виде чередования звеньев того или иного состава, но и более высокого порядка, например образуя спирали, подобные белковым или рибонуклеиновым.

Все это разнообразие проявляет себя в царстве грибов, чем, видимо, и решили воспользоваться ученые из токийского Национального ракового центра в середине шестидесятых годов XX века, начав поиск грибных полисахаридов с противораковой активностью. Они выяснили, что экстракт из гриба шиитаке тормозит рост опухоли и предотвращает образование метастазов у мышей. Впрочем, не только из этого гриба. В марте 1969 года в журнале «Cancer Research» вышла статья Икекавы Тесуро (он уже работал в США, в университете Пердью) с коллегами. В ней говорилось, что сдерживать рост опухоли на 72—91% способны экстракты из плодовых тел шиитаке, зимнего опенка, вешенки устричной и серой, рядовки мацутаке и чешуйчатки намеко; их получали долгой выдержкой в горячей (96°C) воде и последующей очисткой. Лучшей была рядовка мацутаке: к концу эксперимента опухоль достигла среднего веса 0,76 г, у пяти мышей из десяти ее не было вовсе, в то время как в контроле все мыши заболели, а средний вес опухоли составил 9,3 г.

Напомним, как ставят подобного рода эксперименты. Берут две группы мышей, одной из них подсаживают клетки опухоли — в данном случае саркомы 180 — и следят за ее развитием. Экспе-



РАССЛЕДОВАНИЕ

риментальной группе дают лекарство — японские исследователи впрыскивали в брюшину (найти вену у мышей непросто) раствор экстракта гриба. Через некоторое время — в данном случае через пять недель — измеряют размер и вес образовавшейся опухоли, рассчитывают средние значения, сравнивают их для контроля и опыта, а в случае удачи публикуют короткое сообщение в уважаемом научном журнале.

В зависимости от применяемой статистической обработки результатов эксперимента, впечатляющие проценты могут скрывать маленькую хитрость. Например, если из десяти мышей у шести опухоли не было вовсе (как в случае экстракта шиитаке), а размер все-таки выросшей составил 2,2 г в среднем на всю экспериментальную группу, то, возможно, у четырех оставшихся мышей опухоль выросла в среднем до 5,5 г ($(0 \cdot 6 + 5 \cdot 4) / 10 = 2,2$), а с учетом того, что в контроле во всех семи экспериментах средний размер опухоли колебался между 8,3 и 11,4 г, прекрасные результаты несколько блекнут. Однако тот факт, что у половины мышей под действием экстрактов шиитаке, мацутаке и вешенки устричной опухоль не смогла развиваться, несомненно, заслуживает внимания и сразу подсказывает: кому-то такие экстракты помогут, а кому-то нет.

Спустя два месяца, в мае, коллега Икекавы — Сихара Горо — опубликовал в журнале «Nature» письмо, в котором рассказал, что ему с сотрудниками удалось выделить действующее начало экстракта шиитаке — полисахарид лентинан (от родового названия гриба, *Lentinus edodes*). Там же он сделал важнейший вывод, на который теперь опираются все исследователи противораковых грибных веществ: этот полисахарид не напрямую уничтожает больные клетки, но стимулирует иммунную систему. И это очень хорошо, ведь химио- и радиотерапия рака чревата серьезными осложнениями и массовой гибелью лимфоцитов. Активируя иммунную систему, удается и клетки опухоли уничтожить без последствий для организма, и численность лимфоцитов быстрее вернуть в норму. Недаром мечтой онкологов остается вакцина — препарат, настраивающий иммунную систему на уничтожение опухоли. Открытие лентинана и привело к бурному расцвету научных исследований целебных веществ из грибов.

Вскоре после того, как Сихара выяснил, что лентинан из плодовых тел шиитаке — это полисахарид, похожие вещества с аналогичным действием были найдены в других грибах. Наиболее известные, превратившиеся в торговые марки японских и китайских компаний, — это крестин и полисахаридпептид (PSP) из мицелия *Trametes versicolor*, шизофиллан из культуральной среды, оставшейся после выращивания *Schizophyllum commune*, грифолан из мицелия и плодовых тел *Grifola frondosa*, склероглюкан SSG из *Sclerotinia sclerotiorum*.

Грибные лекарства

Соломон Вассер из университета Хайфы — сегодня один из главных организаторов науки о целебных грибах, с 1990 года он возглавляет издаваемый компанией «Begell House» «International Journal on Medicinal Mushrooms». В своем фундаментальном обзоре, опубликованном в журнале «Applied Microbiology and Biotechnology» (2002, т. 60, с.258), Вассер приводит таблицу, из которой следует, что вещества, способные на 60—100% тормозить у мышей развитие модельных опухолей — саркомы 180 и опухоли Эрлиха, есть у грибов более 500 видов, принадлежа-

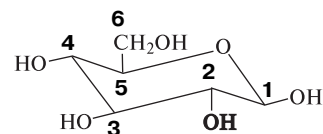
щих к 35 семействам (правда, не исключая ядовитых)! Интересен список исследователей, по данным которых составлена эта таблица: Оцука, Окамура, Нанба, Укаи, Гао, Ядомаи, Чан, Мицуну, Сон, Ким, Хан, Уено, Накасима, Миязаки, Нисидзима, Чзан, Ито, Фудзи, Лю, Мин, Накадзима, Канаеяма, Гасёровский, Фуллертон. Отсюда ясно, где проходит основная работа по поиску грибных снадобий. Не исключено, что этот азиатский перекоп и определил судьбу лекарственных препаратов из грибов. А она, если сравнивать с тем же пенициллином, печальна: за сорок с лишним лет, прошедших после первых публикаций Сихары и Икекавы, антираковые лекарства из грибов в Европе и США так и не появились, они одобрены к применению только в Японии, Китае и Корее и служат дополнением к химиотерапии.

Какие к этому были предпосылки? Рассказ о клинических испытаниях зарегистрированных грибных лекарств можно найти в монографии, написанной британскими учеными под руководством доктора Джона Смита из Стратклайдского университета (см. http://www.icnet.uk/labs/med_mush/med_mush.html).

Например, корпорация «Адзиномото», изготавливающая лекарственный препарат на основе лентинана, сообщает о том, что к 1983 году она располагала данными о семи клинических испытаниях этого вещества относительно разных видов рака, в которых проходило сравнение химиотерапии препаратом тегафур и им же в сочетании с лентинаном. Результат — увеличение срока, до которого дожила половина пациентов в полтора-три раза (то есть от двух-трех месяцев до полугода-года). Начиная с 1975 года в Японии работала группа по изучению влияния совместного применения химиотерапии и дополнительных веществ на рак желудка. В ней участвовало 297 больниц. Естественно, грибные препараты не могли пройти мимо ее внимания — появилась серия статей. Например, коллектив во главе с Тагуси Тецуо из университета Осаки сообщает в японском журнале «Gan To Kagaku Ryoho» (1985, т. 12, № 2, с. 366) о результатах третьей стадии клинических испытаний лентинана с участием пациентов с прогрессирующим или повторно возникшим раком желудка: его применение в добавление к химиотерапии обеспечило 12,97% пациентов два года жизни, 9,51% — три, а 3,81% — четыре и более лет. Похожие результаты получены и с раком прямой кишки. Это было статистически значимо больше, чем в контроле, когда применяли одну только химиотерапию. Производство лентинана — как дополнительного внутривенного средства к химиотерапии при раке желудка началось в 1985 году.

Клинические испытания крестина из трутовика разноцветного в Японии проходили не раз. Например, на группах 66, 230, 110 и 490 человек в период с 1970 по 1982 год было установле-

Вершины цикла, образующего молекулу глюкозы пронумерованы по часовой стрелке, начиная от кислорода. В первой позиции после кислорода группа OH бывает и над, и под циклом. Соответственно получаются альфа- или бета-глюкоза и полисахарид с аналогичным обозначением. Это, казалось бы, слабое различие сильно влияет на свойства веществ: например, целлюлоза построена из бета-глюкозы, а столь непохожий на нее крахмал — из альфа-глюкозы.



но, что у пациентов с оперированным раком желудка крестин существенно повышает иммунитет, а число больных, проживших два года после операции, возрастает вдвое. При этом были установлены и ограничения: если у пациента иммунная система слаба изначально, препарат не поможет, поскольку ему нечего стимулировать. Два крупных (около тысячи человек) исследования, проведенные Тои Масакадзу из университета Хиросимы с многочисленными коллегами и Моримото Табаоки из университета Такусимы дали противоречивые результаты: первый показал, что добавление крестина к химиотерапии после лечения рака груди увеличивает число пациенток, проживших более пяти лет, а второй ничего такого не обнаружил. Впрочем, замеченное Тои различие было небольшим — 10—15%. Таблетки, содержащие крестин и назначаемые при раке пищеварительного тракта, груди и легких, начали изготавливать в 1977 году.

Китайцы исследовали выделенный ими полисахарид пептид (PSP) из того же гриба в восьми больницах Шанхая в 90-х годах. Всего участвовало 650 пациентов с разными формами рака, которым после операции применяли химиотерапию совместно с PSP, причем часть опытов проходила с контролем в виде плацебо. Как оказалось, число пациентов, проживших один и три года после лечения с PSP выросло. На основании полученных данных Минздрав КНР зарегистрировал PSP как лекарственный препарат, поддерживающий лечение от рака.

Результаты клинических испытаний шизофиллана, проведенных упомянутой выше группой весьма противоречивы. Фудзимото Сигеру из университета Сибы в 1984 года сообщает, что химеотерапия что с шизофилланом, что без него одинаково помогала 326 пациентам, которым вырезали опухоль желудка. А по данным, опубликованным Фуруе Хисаси из Университета Тейкьё в Кавасаки в 1985 году, у 367 пациентов с неоперабельным или повторным раком желудка совместное применение химиотерапии с шизофилланом заметно увеличивает продолжительность жизни по сравнению с одной химиотерапией. Клинические испытания шизофиллана, проведенные американцами в рамках легализации этого препарата в США, показали, что

Портрет целebных грибов

Чтобы грибы, которые привлекают внимание исследователей, не остались в глазах читателей безликими объектами с непонятными латинскими или японскими названиями, коротко расскажем о них.

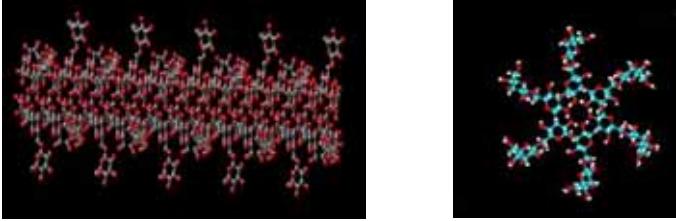
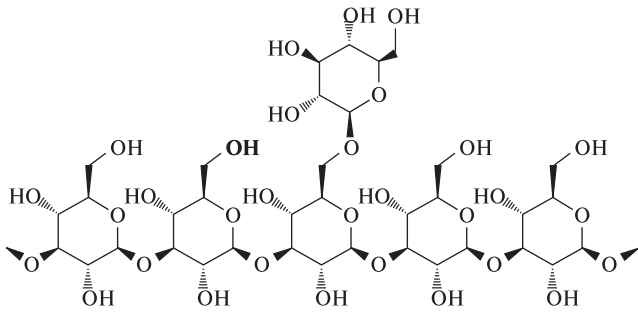
Шиитаке (*Lentinus edodes*) — древесный гриб, его плодовые тела похожи на молодую свиную шкуру, на шляпке которой растрескалась верхняя пленочка. Этот гриб уже не одно столетие возделывают в Японии. Лентинан содержится не в клеточных стенках, как многие другие грибные полисахариды, а в межклеточном пространстве и как-то участвует в регуляции роста. Соответственно в зрелых грибах его количество уменьшается, равно как и при хранении в теплом помещении: лентинан разлагают специальные ферменты. Сохранить лентинан (и шизофиллан) в плодовых телах в течение недели после сбора можно только при 4°C.

Зимний опенок (*Flammulina velutipes*, энokitаке) тоже издавна выращивали в Азии. Свое русское название он заслужил тем, что появляется поздней осенью или зимой, во время оттепелей. Сейчас этот небольшой опенок желто-коричневого цвета можно встретить на деревьях даже в центре Москвы. Зимний опенок ел каждый, кто потребляет азиатские продукты быстрого приготовления. С ним связана такая история. Икекава опубликовал в журнале «Food Review International» (1995, т. 11, с. 202) данные статистического исследования смертности от рака в префектуре Нагано: в среднем она составляет 160,1 на 100 тыс. жителей, а вот среди фермеров, которые выращивают зимний опенок — 97,1.

Рядовка мацутаке (*Tricholoma matsutake*) — редкий японский гриб; он растет лишь в дикой природе на стволах красных сосен.

Чешуйчатка намеко (*Pholiota nameko*) — желто-оранжевый гриб, давно введенный в культуру в Азии. Консервы из него часто продают под названием «Опенок маринованный». Его же японцы используют в супе мисо.

Бразильский шампиньон (химемацутаке, божий гриб, или гриб долголетия). Русское название говорит само за себя, а вот с латинским проблема. Бразильские эпидемиологи заметили, что местные жители в одном гористом районе неподалеку от Сан-Паулу редко болеют и простудой, и раком, да к тому же аномально долго живут. Специалисты по медицинским грибам тут же обратили внимание, что горцы постоянно употребляют в пищу местную разновидность шампиньонов. Этот гриб определили как *Agaricus blazei*, впервые найденный во Флориде в конце XIX века. Однако в 2002 году С.П.Вассер со своими украинскими коллегами обнаружил, что это совсем другой вид, и назвал его *Agaricus brasiliensis*. Такое определение тоже оказалось неверным — в 2005 году Ричард Керриган, грибовод из Пенсильвании, выяснил: бразильский шампиньон генетически близок к *Agaricus subrufescens* и дает с ним потомство. Этот шампиньон выращивали на востоке Северной Америки в конце XIX — начале XX века, и вполне возможно, что с ка-



Принципиальное устройство (1→6), (1→3)-β-глюкана и трехмерная структура склероглюкана, полученная доктором Удо Рау из Технического университета Брауншвейга

он может как усиливать, так и снижать иммунитет женщин, вылечившихся от рака груди. Шизофиллан был зарегистрирован в Японии как внутривенный лекарственный препарат для лечения рака матки, и его производство началось в 1986 году.

Еще один препарат, Grifron-D — полисахарид из D-фракции экстракта гриба-барана, — сейчас разрешен американскими властями для проведения клинических испытаний на пациентах с последними стадиями рака, причем он освобожден от первой фазы, поскольку для него доказано отсутствие токсичности. Как писал Нанба в 1997 году («Journal of Orthomolecular Medicine», т. 12, с. 43), препарат сам по себе при раке молочной железы и мозга действует даже эффективнее, чем в сочетании с химиотерапией, а для рака молочной железы и простаты различие незначительно.

Вне Азии все эти препараты применяют лишь некоторые врачи на свой страх и риск. Зато биологически активные добавки, содержащие как экстракты из грибов, так и чистые полисахариды, пользуются большим спросом во всем мире. Считать их средством от рака было бы неверно — из научных данных следует, что они в лучшем случае способствуют лечению, да и то при правильном применении. Например, лентинан бессмысленно принимать как еду — он эффективен лишь при внутривенном введении. Специалисты по медицинским грибам настаивают, что эти добавки хоть и не лекарство, но средство про-

ким-нибудь предприимчивым американцем тогда же он попал на грибную ферму в Бразилии, а потом «убежал» в лес. В медицинской же литературе до сих пор этот гриб известен под первым неверным названием и сейчас привлекает самое большое внимание исследователей медицинских грибов.

Все перечисленные грибы — пластинчатые, то есть имеют ножку, шляпку и пластинки со спорами под ней. Остальные медицинские грибы принадлежат к числу трутовиков.

Трутовик разноцветный (*Trametes versicolor*) несъедобен. Его тонкие бархатистые плодовые тела, на ощупь подобные упругой резине, покрыты цветными концентрическими кругами — коричневыми, бежевыми, черными, зелеными. Многие, даже не грибники, не раз его видели в лесу.

Устричную, легочную, серую и другие вешенки (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius*...) давно выращивают в Азии. В Европе вешенку устричную окультурили немцы перед Первой мировой войной. Сейчас этот гриб разводят на всех континентах. Зачастую вешенка сбегает из неволи и по-

является там, где никогда ранее не росла: как и зимний опенок, ее легко можно встретить в центре Москвы. (Кстати, вторая буква в слове вешенка — ё.)

Щелелистник (*Schizophyllum commune*) — повсеместно растущий несъедобный трутовик серо-белого цвета, у которого нижняя часть покрыта не губкой, как у большинства трутовиков, а пластинками, как у вешенки. Его небольшие плодовые тела, довольно плотно, подобно лишайнику, покрывают ветку или ствол дерева.

Гриб-баран (*Grifola frondosa*, маитакэ) — огромный, до 20 кг, похожий на капусту съедобный трутовик, состоящий из множества тонких плодовых тел. В Японии его используют не только в пищу, но и как лекарство. В России под именем «гриб-баран» известно несколько разных грибов схожего обличья.

Трутовик лакированный (*Ganoderma lucidum*, рейши) — типичный трутовик, несъедобный, красно-бурого цвета, с блестящей поверхностью. Его еще называют грибом долголетия и прочими хорошими именами — в Азии этот гриб издавна ценили

филактики: стимулируя иммунную систему, они облегчают организму борьбу на самой важной, ранней стадии. При лечении же их главная роль сводится к тому, чтобы не допустить образования метастазов и замедлить рост опухоли, предоставляя врачу время для применения эффективных средств.

Глюканы грибов и иммунная система

Однако вернемся к грибным полисахаридам и к механизму их действия. Как оказалось, все найденные на начальном этапе работы полисахариды — лентинан, шизофиллан, крестин, PSP, SSG — имеют сходное строение. Скелет молекулы у них состоит из остатков бета-глюкозы, соединенных в позициях 1 и 3, а к шестому атому углерода этих остатков с некоторой периодичностью (каждому третьему, каждому пятому и т. д.) присоединен еще один остаток глюкозы, с которого начинается боковая цепочка. Все вместе называется (1→6), (1→3)-β-глюкан. Полисахарид в этих соединениях не вытянут в цепочку: подробные исследования шизофиллана и склероглюкана показали, что в водном растворе они существуют в виде спирали, состоящей из трех цепочек (подобно тому, как цепочки ДНК образуют двойную спираль), причем боковые веточки торчат наружу. Наличие бета-глюканов в списке патентованных противораковых средств позволило сделать вывод, что такие особенности их строения, как связь между глюкозными остатками по позициям 1 и 3, боковые веточки, присоединенные позициями 1 и 6, тройная спираль с определенным шагом, вес в сотни килодальтон обеспечивают эффективную стимуляцию системы врожденного иммунитета.

Начали искать рецепторы на поверхности клеток, которые реагируют на грибные бета-глюканы. Один уже нашли — так называемый дектин-1 (*dectin-1*). Известно, что он участвует в иммунном ответе на грибные инфекции — ведь из (1→3)-β-глюканов как раз и построены клеточные стенки грибов. Есть мнение, что, действуя на этот рецептор, можно активировать макрофаги и дендритные клетки. Однако не всегда.

очень дорого и применяли в медицинских целях. Другой несъедобный, похожий на копыто, трутовик *Phellinus linteus* служит объектом пристального внимания корейских ученых как на юге, так и на севере — ради него был даже создан совместный творческий коллектив. На юге Корейского полуострова этому грибу был посвящен национальный проект. Главный полисахарид экстракта его мицелия с 1997 года одобрен как лекарство.

Чара (*Inonotus obliquus*) — растущий на березе стерильный трутовик. В течение долгих лет его грибница разрушает живое дерево, а когда оно погибнет, по дереву распространяется тонкая пленка, в которой находятся споры. Вот такой паразит-некрофил.

Еще один гриб, привлекавший внимание исследователей — **Sclerotinia sclerotiorum** — близкий родственник сморчков, — вместе с ними входит в отряд сумчатых грибов. Обычно он напоминает плесень, которая повреждает листья и побеги растений, плодовые же тела похожи на небольшие кожистые чаши.

Адаси Ёсиюке с коллегами из Токийского университета («Infection and Immunology», 2004, т. 72, с. 4159) изучал взаимодействие шизофиллана с дектином-1 и обнаружил, что небольшие замены в его аминокислотной последовательности нарушают соединение. Это очень важный результат: даже у мышей есть, по крайней мере, две изоформы такого рецептора, у человека же их не меньше девяти — неудивительно, что применение бета-глюканов дает противочувствительные результаты. В истории с дектином, выясненной Адаси, есть одно неприятное обстоятельство: с этим рецептором шизофиллан одинаково хорошо связывался и в виде тройной спирали, и будучи денатурированным с помощью щелочи. А ведь еще в 1988 году Маэда Юкико с коллегами из Токийского столичного института медицинских наук рассказывал на страницах журнала «Cancer Research» (т. 48, № 3, с. 671), что хорошо денатурированный лентинан подавляет рост исследуемых опухолей у мышей от силы на 20%, а нормальный — на 77%. Видимо, дектин-1 — не единственная мишень для целебных глюканов.

Однако, даже не имея представления о том, с каким рецептором и каким боком связывается лентинан и ему подобные, Сихара к 1981 году составил схему их действия, а в 2002 году Мицуно Такаси из университета Сизуоки ее уточнил. Оказалось, что лентинан работает сразу в четырех направлениях: активизирует дендритные клетки, увеличивает число макрофагов и НК-клеток (от natural killers — природные убийцы), а также способствует синтезу анафилотоксина, напрямую убивающего клетки опухоли. Отдельные элементы схемы имеют прямое экспериментальное подтверждение, правда, основные данные получены в пробирке, а на животных опыты такого рода ставят нечасто. Например, южнокорейские ученые из Пусанского и Вокванского университетов во главе с Ким Жи Яном делали мышам инъекции протеогликана, выделенного из трутовика *Phellinus linteus*, и выяснили, что он тормозит развитие опухоли на 40%, при этом производство IL-12 — показатель стимулирования дендритных клеток и макрофагов — растет на 30—50% («FEBS Letters», 2004, т. 576, № 3, с. 571). Похожий результат Харада Наиси с коллегами из Фармакологического института в Кобе («Cancer Letters», 2003, т. 192, № 2, с. 181) получил под действием D-фракции экстракта из гриба-барана. В отличие от опытов корейцев, япон-

цы своими манипуляциями на 15-й день застabilизировали опухоли у подопытных мышей, а производство IL-12 у них выросло не на десятки процентов, а в несколько раз. Ученые из этой же группы, но уже во главе с Кодама Норико, в журнале «Biological & Pharmaceutical Bulletin» (2002, т. 25, № 12, с. 1647) опубликовали статью, где показали, что эта же фракция увеличивает в полтора-три раза активность НК-клеток как у мышей, так и у людей, больных раком. У людей активность держалась на хорошем уровне спустя год после лечения. Поскольку подобные экспериментальные свидетельства получены не одним десятком научных групп, видимо, можно считать, что схема Сихары — Мицуно недалеко от истины и усилия надо сосредоточивать не на ее доказательстве, а на выяснении механизмов.

Временные трудности

Однако с течением времени картина стала терять ясность. Например, в 1991 году Клифтон Стефенс с коллегами из Техасского университета заметил, что PSP из трутовика разноцветного способен напрямую участвовать в разрушении ДНК раковых клеток. Ранее появились сомнения в эксклюзивной роли (1→6), (1→3)- бета-глюканов: та же хорошо изученная D-фракция экстракта из гриба-барана представляет собой (1→3), (1→6)-бета-глюкан. После находки бразильского шампиньона выяснилось, что работает не только бета-глюкан, но и альфа-, в частности (1→6)-бета, (1→4)-альфа-глюкан. Дальнейшее запутывание ситуации происходило по мере совершенствования методов выделения полисахаридов из экстрактов. В число активных веществ помимо глюканов попали и всевозможные гликаны, то есть полисахариды, содержащие кроме глюкозы и другие моносахариды, чаще всего ксилозу или маннозу — линейный шеститомный моносахарид. Реже встречаются арабиноза, галактоза и фукоза. Например, в чаге нашли ксилогалактоглюкан, в вешенке легочной — манногалактоглюкан и глюкостиглан, в зимнем опенке — галактоманноглюкан, а в хорошо изученном шийтаке — галактоглюкоманнан.

Длительное кипячение плодовых тел, мицелия и оставшейся после его культивирования жидкости или соломы в растворах солей и щелочей, использование органических растворителей позволило выделить новые полисахаридные фракции, а затем проверить их на деле. Так, из плодовых тел вешенки легочной китайско-японский коллектив во главе с Цунь Чжуаном из университета Охья в Сизуоке получил целых шестнадцать фракций, из которых шесть оказались способны тормозить развитие опухолей на 75—100% (Bioscience, Biotechnology and Biochemistry», 1993, т. 57, с. 901). Все пять экспериментальных мышек, которым вводили эти фракции, жили по 12 недель после окончания эксперимента, и опухоли у многих рассасывались, тогда как все восемь контрольных животных, получавших физиологический раствор, погибли спустя пять недель. Аналогичным образом Мицуно установил, что из 17 фракций, выделенных из бразильского шампиньона, семь обладают противораковой активностью. Более того, оказалось, что с бразильским шампиньоном надо обращаться бережно. Некоторые его экстракты, приготовленные при нагреве выше 30°C, теряли свою силу, тогда как многие другие грибы кипятят по многу часов — и ничего.

Сейчас считается, что в грибах иммунномодулирующей активностью обладают белки, фураны, терпены и некоторые другие низкомолекулярные вещества. Очевидно, что их идентификация и доказательство эффективности требует большой работы.

Заключение

Вот цитата из свежего обзора по проблеме, подготовленного группой Эрика Гершвина из Калифорнийского университета в Дэвисе («Experimental Biology and Medicine», 2008, т. 233, с. 259). «Больше всего разочаровывает тот факт, что исследования не отличаются систематичностью. Постоянно находят новые биоактивные фракции и вещества, однако, за исключением единичных случаев, их исследования остаются на уровне случайных опытов в пробирке. Очень немного сравнительных исследований разных видов грибов или схожих веществ, выделенных из

Немного статистики

Больше всего грибов выращивают в КНР — 9,5 млн. тонн, или 6 с лишним килограммов на человека в год. Следующая — Япония с 4,5 кг. Жители РФ в 2009 году съели примерно по 3 кг, из них 90 г. выращены отечественными фермерами, 380 г. — зарубежными, остальные собраны в лесу. Кстати, в 1987 году В.В. Михальченко писал в «Химии и жизни», что до войны в РСФСР потребляли по 6—7 кг грибов в год. Граждане США едят по 2,5 кг грибов в год.

Смертность от рака с этими данными коррелирует слабо. По данным ежегодного доклада ВОЗ (2009 год) в КНР за 2004 год от рака скончались 143 человека на 100 тысяч жителей (средняя продолжительность жизни 73 года), в Японии — 120(83), КНДР — 95(66), Южной Кореи — 161(79), США — 133(78). Все эти значения в целом близки и сильно отстают от лидеров, которых никак не заподозришь в любви к грибной диете: тихоокеанская страна Кирибати — 52(65), Сирия — 57(72), Тунис — 58(72), острова Кука — 64(73), ОАЭ — 65(78), Марокко — 65(72), Грузия — 67(70), Узбекистан — 68(68), Кувейт — 69(78). Хуже всего ситуация в Монголии — 289(66) и на Мальдивах — 306(72). В РФ — 142(66) — положение лучше, чем в Монголии, но до КНДР по части онкобезопасности нам далеко, не говоря уж о Кирибати.

одного и того же или разных видов грибов на одной и той же модели заболевания. А ведь это необходимо, чтобы выбрать лучшее вещество для каждого случая. Весьма ограниченно число серийных исследований, в которых выявлялись бы все направления действия вещества — какие типы клеток оно активирует, каков механизм активации и, самое главное, переносимы ли результаты, полученные в пробирке, на организмы.

Грибы и их экстракты активно продают как пищевые добавки, но информация о безопасности или эффективности этих препаратов, как правило, отсутствует. Однако известно, что биологическая активность грибов сильно зависит от штамма, условий выращивания, степени зрелости (мицелий, молодые грибы, старые грибы) и от того, какая часть плодового тела используется. Температура воды и концентрация спирта при получении экстракта имеют большое значение, причем неверное сочетание параметров может сделать его и бесполезным, и даже токсичным. Отсюда следует, что нужны незамедлительные меры, которые позволят определить как оптимальные штаммы, так и процедуры выращивания грибов и приготовления из них экстрактов, применяемых в качестве пищевых добавок.

Есть и другие области, на которые следует обратить внимание. До сих пор проведено одно-единственное исследование по изучению судьбы бета-глюканов после их попадания в желудок. Не-



РАССЛЕДОВАНИЕ

обходимо точно выяснить, что происходит в организме и с бета-глюканами, и с другими активными компонентами — альфа-глюканами и иммуностимулирующими белками. И разумеется, лишь после тщательных исследований механизмов взаимодействия глюканов с клетками станет понятна природа различий в биологической активности веществ, полученных из грибов».

Видимо, выполнение этой программы позволит развеять туман неопределенности, окутывающий медицинские грибы, и даст окончательный ответ на вопрос: какие грибы самые полезные и как их готовить?



Квинтэссенция вешенки

Кандидат
физико-математических наук
С.М. Комаров

Считается, что биологически активная добавка — это препарат, который состоит из веществ, обладающих известным общеукрепляющим действием. С его помощью человек восполняет отсутствующие в рационе вещества и таким образом самостоятельно, то есть на свой страх и риск, пытается поправить здоровье. Именно в этом «самостоятельно» и кроется принципиальное отличие БАД от лекарства. Во втором случае государство гарантирует, что вещество обладает целебным эффектом, а в первом — только подтверждает его безвредность и наличие заявленных компонентов. Лекарство должно проходить серию клинических испытаний по установленному регламенту, то есть с участием нескольких достаточно больших групп пациентов, одна из которых получает плацебо, другая — препарат в разных дозах. При этом ни пациенты, ни врач не знают, кто к какой группе принадлежит, а распределение по группам происходит случайным образом. В ходе клинических испытаний устанавливаются дозы, безопасные для применения, эффективные дозы, способ введения препарата в организм, фиксируются побочные эффекты. Для биологически активной добавки столь строгих доказательств не получают, и обоснование целебного действия остается на совести авторов.

О том, как создают биологически активные добавки, расскажем на примере компании «Инбиофарм», которая разработала БАД к пище «Оводорин» из штамма вешенки устричной *Pleurotus ostreatus* 1137.

Фото «Инбиофарм»



Вешенка в пробирке

Высший гриб условно можно разделить на две части. Мицелий, или грибница, как правило, скрыт от глаз в почве, пне или стволе дерева. Он существует много лет и способен распространяться на тысячи километров. Микологи считают, что мицелий — это и есть собственно организм гриба. С кулинарной же точки зрения «грибы» — это плодовые тела, которые существуют считанные дни и нужны для того, чтобы вырастить и распространить споры. Поскольку функции у мицелия и плодового тела совершенно разные, химический состав входящих в них веществ также может сильно различаться. Специалисты компании «Инбиофарм» решили получать целебный экстракт именно из мицелия вешенки, который выращивают в жидкой питательной среде.

ТЕХНОЛОГИИ

«Мы начинали с выращивания самой вешенки, и совсем не для медицинских целей, а в качестве пищи, — рассказывает генеральный директор компании С.В. Захаров. — Помните, в начале девяностых стало модным выращивать эти грибы дома или на своем садовом участке. В магазинах начали продавать либо чистый мицелий, выращенный на зерне, — его надо было вкладывать в отверстия, просверленные в пне, либо мешки с готовым субстратом, где затем разрасталась грибница. Мы тоже приложили к этому руку: стали выращивать и мицелий, и сами грибы на ВДНХ. Однако через некоторое время обстоятельства сложились так, что нам понадобилось быстро приготовить препарат, облегчающий страдания заболевше-

го раком коллеги. Обладая опытом выращивания грибов и зная из научной литературы, что из них получают вещества с подобным действием, мы решили попробовать себя в новой области и в результате длительной работы получили препарат с интересным спектром действия».

Несмотря на то, что вешенку выращивают давно, грибным фермерам не всегда удается добиться стабильного роста как мицелия, так и плодовых тел. В значительной степени успеху дела мешает загрязнение бактериями и низшими грибами — разрастаясь на питательном субстрате, они конкурируют с грибом не только за пищу, но и за жизненное пространство. Чтобы убедиться в этом, можно поставить простой опыт: заполнить питательной средой чашку Петри, в центр поместить бактериальную колонию, а по краям посадить мицелий. По мере разрастания культур между ними останется пустой промежуток. Более того, сильно разросшийся мицелий попытается обойти колонию через третье измерение, сформировав над ней купол. Этот опыт помог специалистам компании разработать оригинальную технологию угнетения вредной микрофлоры — поддерживая климат с разными режимами работы установки по созданию асептических условий в зоне роста культуры мицелия, удалось подобрать оптимальные параметры.

Колба с субстратом

Для промышленного производства мицелия одного и того же качества нужна питательная среда со свойствами, которые мало изменяются от партии к партии. Ее основой стало пивное сусло. Этот выбор обеспечил недорогой и надежный источник сырья стандартного качества: массовое производство солода давно налажено, а пивоварам тоже нужно, чтобы качество сырья было всегда одним и тем же. Напомним, что пивной солод — это богатый сахаром порошок из поджаренных проросших зерен ячменя или пшеницы: сахар, а именно мальтоза образуется из крахмала как раз при прорастании. Если развести солод водой, получится сусло. Пивовары добавляют в сусло дрожжи, которые превращают мальтозу в глюкозу, а глюкозу — в спирт, грибководы же используют мальтозу сусла для выращивания мицелия.

Однако сначала мицелий нужно подготовить. Штамм вешенки, взятый из коллекции, высевает на поверхность агаризованной среды, то есть геля, получая так называемые «косяки». Это название появилось от того, что пробирки ставят наклонно — чтобы увеличить площадь поверхности, заросшей культурой гриба. После того как «косяки» зарастут, отбирают те пробирки, где мицелий соответствует определенному набору критериев, и распределяют его небольшие кусочки между колбами с жидким питательным раствором на основе

сусла. Их ставят на качалки, время от времени меняя состав раствора, и мицелий растет в комфортных для себя условиях, при контролируемой влажности и температуре. Режим был установлен на основании серии экспериментов, тогда же был выбран оптимальный штамм гриба. Его нашли в лесу под Москвой, а затем запатентовали под названием *Pleurotus ostreatus 1137*. «Мы придерживаемся точки зрения, что природные лекарства нужно искать в своей, родной местности. Японцы, китайцы, корейцы — все они сделали национальные препараты из своих местных грибов. За основу отечественного препарата мы взяли наш гриб», — поясняет заместитель генерального директора по науке и развитию профессор В.П.Герасименя. Помимо штамма, защищены патентами оборудование, «методика выращивания мицелия; и последующие манипуляции с ним: без такой защиты и на рынок нелегко выходить, и привлечь инвестора непросто. Технология оказалась надежной: мицелий одинаково хорошо растет во всех колбах, качество от партии к партии не меняется, что позволяет во время выращивания обойтись без дополнительных дорогостоящих анализов.

Срок от приготовления «косяка» до выхода готового мицелия в колбах на качалках составляет около трех недель. За это время он наполняется жизненными силами, и теперь пора извлекать накопленные полезные вещества. Для этого мицелий отжимают под прессом, удаляя питательную жидкость, вымачивают в водном растворе спирта и снова отжимают, на сей раз чтобы получить экстракт. После отгонки растворителя остается очень густая маслянистая жидкость. Это и будет полуфабрикат, который содержит 30% воды в связанной форме и более 70 биологически активных веществ: аминокислоты, витамины, органические кислоты, сахара и соединения сахаров с пептидами — аминоклюканы.

«Таким способом мы выделяем низкомолекулярную фракцию. В мировой научной литературе на нее, как правило, обращают мало внимания, используя для изготовления лекарственных препаратов высокомолекулярную. Наши исследования показывают, что в случае с вешенкой низкомолекулярная фракция обладает большой лекарственной ценностью», — утверждает профессор В.П.Герасименя. — Мы пробовали работать и с другими известными медицинскими грибами, однако они оказались очень капризными. А технология, которую удалось отработать на вешенке, дает не только высокий выход мицелия в колбах с питательным раствором, но и много экстракта: до 3,5 г из 40 г мицелия, то есть из одной колбы. В других лабораториях, применяющих иную методику выращивания, выход экстракта гораздо меньше — от 300 до 600 мг из одной колбы мицелия».

Экстракт

Выделенный экстракт — это полуфабрикат. Теперь из него нужно приготовить препарат. «Мы делаем два основных вида препарата, — говорит С.В.Захаров. — Во-первых, чистый экстракт. Его разливают в пузырьки дозами по 50 или 100 мг, а пациент разводит экстракт водой и выпивает. В каждом пузырьке — одна дневная порция. Во-вторых, готовый сироп — в этом случае одна баночка содержит один грамм экстракта. Расфасовка препарата — особая задача, по сложности сравнимая с выращиванием мицелия. Собственная линия требует немалых затрат — все должно происходить в асептических условиях, производство должно пройти сертификацию, и время от времени контролирующие органы будут проверять его. Поэтому мы сами препараты не делаем, а доверяем это фармацевтам. Однако состав того же сиропа принадлежит нам — он тоже запатентован».

Какова дальнейшая судьба этих препаратов? Ее определили исследования, проведенные за пятнадцать лет по заказу компании специалистами более чем 25 научных учреждений, среди которых НИИ по изысканию новых антибиотиков им. Г.Ф.Гаузе РАМН, МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН, ВНИЦ по безопасности биологически активных веществ, Институт органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН, Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Институт радиобиологии НАН Белоруссии, Институт биологической химии НАН Белоруссии, НИИ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н.Александрова МЗ Белоруссии и другие.

По результатам исследований вещества, которые присутствуют в экстракте мицелия вешенки, удалось разделить на три группы: антиоксиданты, иммуномодуляторы и регуляторные вещества. Всем трем группам нашлось применение.

Например, в Институте химической физики выявили, что антиоксидантов в экстракте много, их активность сравнима с кверцетином и с альфа-токоферолом. После этого возникла идея, что экстракт может пригодиться для защиты печени от поражения ядовитыми веществами. Это подтвердили опыты на крысах, которые по стандартной методике проводили в Старой Купавне, в ВНИЦ БАВ. В одном опыте крыс в течение четырех дней поили масляным раствором четыреххлористого углерода, а за полчаса до этого давали им раствор экстракта вешенки или препарат сравнения — гептрал. Четыреххлористый углерод известен своей способностью разрушать клетки печени, то есть вызывать цирроз. А о степени цирроза судят по активности ферментов трансаминаз в крови. Гептрал не мог вернуть ее в норму, а экст-

ракт вешенки в дозах 50 и 100 мг на килограмм веса животного успешно справлялся с этой задачей. По анализу содержания антиоксидантных ферментов в эритроцитах был сделан вывод, что благотворное действие экстракта связано именно с его антиоксидантными свойствами. Аналогичные результаты экстракт продемонстрировал и при защите печени крыс от поражения парацетамолом, причем он опять оказался эффективнее препарата сравнения.

Интересные данные получились при изучении действия этанола: печень экстракта вешенки защищал, а вот на слизистой оболочке желудка сказывался плохо. Так был сделан вывод, что прием экстракта вешенки исключает потребление спиртных напитков.

«Гепатопротекторные свойства — одна из важнейших особенностей экстракта мицелия вешенки. Благодаря ей этот препарат повышает качество жизни пациентов, которым лечат рак, — говорит профессор В.П.Герасименя. — Не секрет, что при химиотерапии рака печень страдает в первую очередь, поскольку в ней разлагается большая часть применяемых для такого рода лечения веществ. Сам экстракт безвреден, ведь его получают из съедобного гриба, и он, защищая печень, облегчает лечение либо позволяет увеличить дозу лекарства».

Кроме того, прием экстракта вешенки повышает число лимфоцитов. Потребность в этом есть, ведь и химио-, и радиотерапия значительно снижают число клеток иммунной системы, и существуют критические значения, ниже которых опускаться нельзя. Если начать давать экстракт за некоторое время до лечения, то число выживших лимфоцитов в самом пике падения оказывается в два-три раза выше, а восстановление их числа идет быстрее.

Интересные результаты получились при исследовании действия экстракта на раковые клетки, проведенном специалистами компании и сотрудниками кафедры цитологии и клеточной биологии МГУ им. М.В.Ломоносова под руководством профессоров Г.И.Кириянова и В.Ю.Полякова (см. «Биологические мембраны», 2007, т. 24, № 5). Сам по себе экстракт не влиял на размножение переродившихся клеток при лейкозе, зато резко повышал апоптотический индекс, который отражает число погибающих клеток. Отдельно взятый противораковый препарат доксорубин резко снижал деление клеток, а апоптотический индекс был в два раза больше, чем при действии только одного экстракта. Зато совместно два препарата увеличивали этот индекс еще в два с лишним раза. «Мы проводили опыты не только на клетках, но и на животных, например с привитой мышам меланомой В-16. Из них следует, что в экстракте мицелия вешенки содержатся вещества, обладающие противоопухо-

левой активностью, то есть прямой способностью уничтожать клетки опухоли. Мы идентифицировали эти вещества и сейчас ищем партнеров для создания на его основе лекарственного препарата и проведения клинических испытаний. Биологически активная добавка, которую мы сейчас производим, — не лекарство от рака, но дополнительный эффективный препарат; он снижает негативные последствия лечения рака», — рассказывает В.П.Герасименя.

Поскольку экстракт содержит много компонентов, то и спектр действия у него широкий. Про некоторые медицинские грибы известно, что они могут влиять на уровень холестерина. Вешенка не стала исключением, о чем в 1997 году рассказали чешские ученые. В 2003 году аналогичные результаты получили ученые из Японии и Бангладеш во главе с Хасимото Мисиро (медицинский университет Симане). Мышам с повышенным или нормальным холестерином добавляли в корм по 5% сушеных плодовых тел вешенки устричной, и обнаружили, что у первых уровень холестерина в плазме крови снизился на 28%, а в печени — на 34%, при этом уровень липопротеинов высокой плотности («хорошего» холестерина) вырос на 20%. У нормальных же мышей никаких изменений не было. Так возникло предположение, что вешенка содержит вещества, которые действуют лучше статинов, — не блокируют синтез холестерина в печени, а ускоряют расщепление того, что поступает с пищей.

Опыты с экстрактом из мицелия вешенки подтвердили эти данные. Например, в Институте медико-биологических исследований и технологий показали, что у белых мышей, которых кормили так, что уровень холестерина вырос в 1,8 раза, экстракт мицелия вешенки снижает этот уровень в два раза сильнее, чем препарат сравнения, содержащий симвастатин. Испытания, проведенные в Омской медицинской академии с участием более 160 пациентов, страдающих в том числе и метаболическим синдромом, также дали хорошие результаты: месячный курс снизил содержание холестерина в крови до нормы, причем у некоторых пациентов спустя восемь месяцев нормальный уровень сохранялся и наблюдалось улучшение здоровья, например снижение артериального давления. Снижение уровня холестерина на 24% показали также эксперименты, проведенные с участием пациентов клиники НИЦ ММА им. Сеченова.

Защита печени, иммунокоррекция и снижение холестерина — три основных и лучше всего изученных эффекта, вызываемых экстрактом мицелия вешенки устричной. Всего же В.П.Герасименя насчитывает более двадцати клинических эффектов, которые ждут подробных исследований.



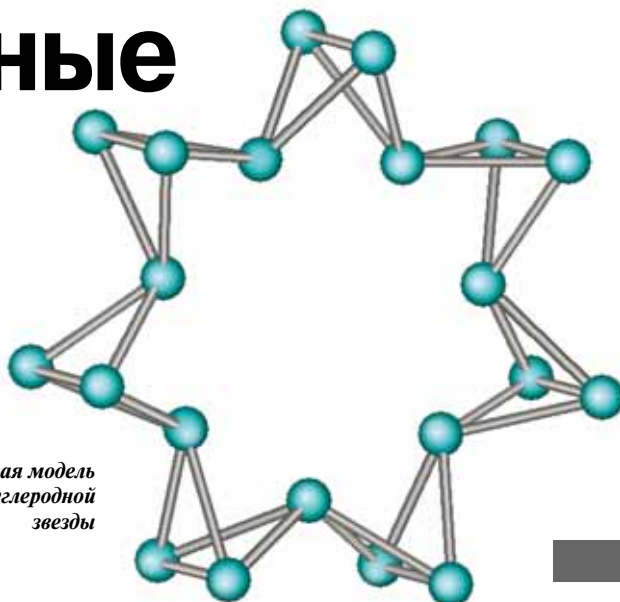
Трудности роста

Из сотен видов грибов, проявивших ту или иную активность, до реального использования в виде лекарств или БАДов удалось довести от силы дюжину. Возможно, это не случайно. Ведь чтобы получать экстракты стандартного качества, должен быть источник сырья, хотя бы обеспечивающее потребность исследователей в изучаемом веществе. Это требование налагает серьезное ограничение на вид гриба: он должен легко расти в культуре, поскольку сбор диких грибов в принципе не способен обеспечить однородность данных. Есть и ограничения на технологию — все партии грибов или мицелия нужно выращивать на субстрате одного и того же качества, да и штамм гриба не должен меняться. А налаживать производство — дело не дешевое. Чтобы окупать и производство, и продолжение исследований, нужно продавать товарную продукцию. Выход из такой ситуации есть: препарат, чьи эффекты не подтверждены клиническими испытаниями, но безвредность доказана, можно зарегистрировать в качестве биологически активной добавки. Это позволит найти деньги на выявление действующего вещества и проведение клинических испытаний, после которых препарат сможет получить гордое имя лекарства. Правда, остается вопрос: а вдруг испытания дадут отрицательный результат? Такой риск всегда есть, однако вряд ли без него возможно движение вперед в поиске новых лекарств. Во всяком случае, у компании «Инбиофарм» нет проблем со сбытом экстракта из мицелия вешенки, и сами сотрудники, уверенные в его эффективности, принимают его в качестве средства профилактики.

С какой стати «Химия и жизнь» вдруг призывает лечиться биодобавками? — спросит бдительный читатель. Лечиться биодобавками не надо. Повторим еще раз, для надежности: БАД — не замена лекарствам, а дополнение к ним. А цель этой статьи — рассказать о том, как делают современные биодобавки. Использовать же их или нет, каждый человек решает сам.



Углеродные звезды



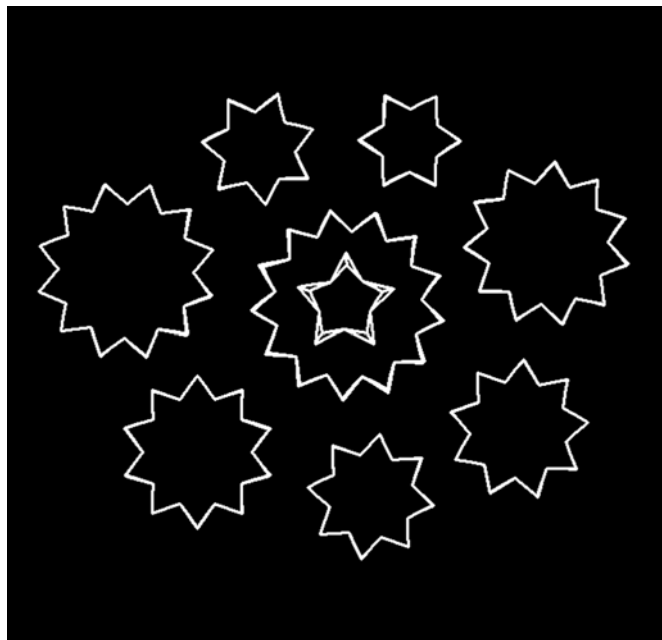
Шаростержневая модель семилучевой углеродной звезды



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

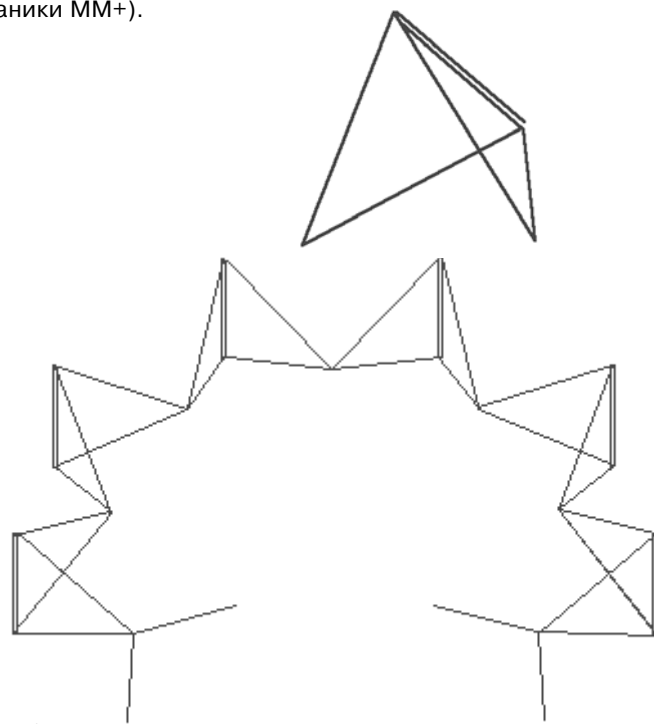
Перед вами «наносозвездие» из углеродных звезд. Любая из них представляет собой звездчатый n -угольник из одних только атомов углерода. В каждой звезде их $3n$. Наружная вершина каждой звезды состоит из двух атомов, связанных между собой двойной связью. В изображенной проекции эти пары атомов лежат точно друг над другом (кроме пятиконечной звезды), поэтому мы видим их в вершине звездного луча, словно там один атом. Луч каждой звезды представляет собой клинообразную бициклическую структуру с углеродным скелетом из четырех атомов (рис. 1).

дальнюю структуру (а не тетраэдрическую, как обычно), причем все спироатомы лежат в одной плоскости. В результате стабильным оказывается зигзаг, показанный на рис. 2 (оптимизация геометрии методом молекулярной механики ММ+).



1 Углеродный скелет луча углеродной звезды — бицикло[1.1.0]-бут-1(3)-ен

Молекула бицикла весьма напряжена, но существовать может. При соединении таких фрагментов в цепочку со спироатомами (то есть с одним общим углеродным атомом для двух соседних бициклов) странным образом получается выгодной такая структура, у которой каждый спироатом имеет пирами-



2 Пентаспиро структура. «Усики» на концах — атомы водорода

Если концы цепочки из бициклов замкнуть в макроцикл и оптимизировать его геометрию, получится углеродная звезда. Наиболее правильные звезды (с математической точки зрения) имеют от шести до 12 лучей, у остальных расположение спироатомов углерода в одной плоскости нарушается, и макроциклы теряют свою привлекательность.

Вероятно, углеродные звезды можно будет стабилизировать с помощью атомов металлов, помещенных в середину макроцикла.

Доктор химических наук
М.Ю. Корнилов



КНИГИ

Основы компьютерного моделирования наносистем
М.: Лань. Лаборатория знаний, 2010



Описано моделирование веществ на различных иерархических уровнях «снизу вверх» (атомная структура, молекулы, супрамолекулярные системы и нанокластеры) и рассмотрено взаимодействие частиц на таких уровнях. Систематизированы основные вычислительные методы нанотехнологии: квантовомеханические расчеты и методы, основанные на положениях молекулярной динамики и моделях Монте-Карло. Изложены способы молекулярной самосборки и многомасштабного моделирования материалов и процессов. Приведен обзор программного обеспечения для моделирования наносистем.

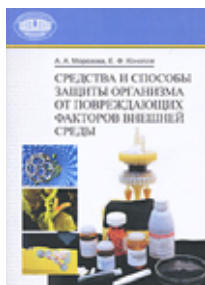
П.А.Бохан, В.В.Бучанов, Д.Э.Закревский и др.

Оптическое и лазерно-химическое разделение изотопов в атомарных парах
М.: Физматлит, 2010



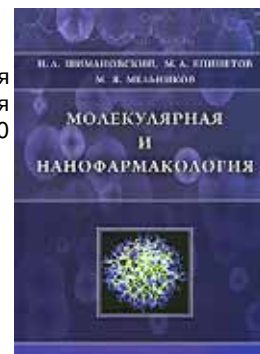
В книге изложены физико-химические основы микроэлектроники. Дана классификация технологических процессов, сформулированы критерии, определяющие характер их протекания и качество изделий. Особое внимание уделено процессам эпитаксии, получения тонких пленок, сварки и пайки, механической обработки, очистки поверхности материалов, а также легирования, модифицирования и фотолитографии. Рассмотрено влияние электрических полей и излучений на некоторые из этих процессов. Материал очень большой, поэтому книга разделена на два тома, при этом каждый том может быть интересен сам по себе.

Средства и способы защиты организма от повреждающих факторов внешней среды
Минск: Издательство Национальной академии наук Беларуси, 2010



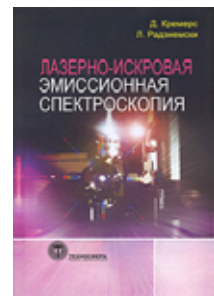
Монография посвящена получению, исследованию структуры и свойств новых волокнистых углеродных адсорбентов (ВАУ), ионитов (ВУИ) и катализаторов, а также перспективным областям их применения. Описана физико-химическая природа формирования пористой структуры углеродных и металлоуглеродных волокнистых материалов, полученных из целлюлозного волокнистого сырья. На основе таких материалов разработаны новые средства и способы сорбционной детоксикации организма, в частности, гемо-, энтеросорбенты, аппликационно-дренирующие материалы.

Молекулярная и нанофармакология
М.: Физматлит, 2010



В книге обобщены результаты развития фармакологии за последние годы — то, что стало возможным благодаря фундаментальным достижениям молекулярной биологии, биохимии, биофизики, биокибернетики и нанотехнологий. Представлены новые данные о химическом строении, молекулярных механизмах действия и биотранспорта различных групп лекарственных веществ. Изложены современные сведения о молекулярной фармакологии медиаторных и рецепторных систем, приведены математические модели фармакокинетики и фармакодинамики физиологически активных веществ различного типа. Авторы описывают современные методы поиска новых лекарственных средств, а также обсуждают перспективы применения нанотехнологий при создании лекарств, обладающих более избирательным действием, направленно доставляющих вещества к больному органу и оказывающих местный лечебный эффект.

Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия
М.: Техносфера, 2009



Книга посвящена одному из наиболее распространенных современных лазерных аналитических методов — лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии (ЛИЭС). Он привлекает внимание химиков-аналитиков, поскольку позволяет определять много элементов, анализировать практически любые образцы. Измерение происходит очень быстро, не надо специальным образом готовить пробы, аппаратура стоит относительно недорого. Книга написана пионерами и ведущими специалистами в области ЛИЭС — первое издание в России, посвященное этому популярному в западной научной литературе аналитическому методу (по-английски он называется Laser Induced Breakdown Spectroscopy, LIBS). В ней изложены теоретические аспекты метода и примеры его применения, включая последние достижения ЛИЭС в различных областях — от контроля коррозии ядерных реакторов до исследования поверхности космических объектов.

Эти книги можно приобрести в Московском доме книги.
Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,
тел. (495) 789-35-91
Интернет-магазин: www.mdk-arbat.ru



Художник М. Михальская

Лучшие кофейные зерна

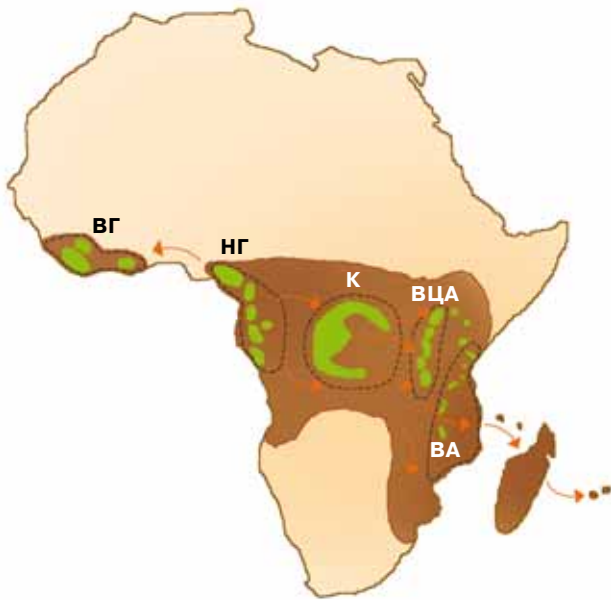
Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

«Отборные зерна лучших сортов арабики!» — как часто приходится слышать подобные слова в рекламных роликах. Не верьте. Кофе — растение вовсе не арабское, и зерен у него нет.

Что засыпают в кофемолку

Зерно — это плод злаковых, к которым кофейное дерево не относится. Его плод называется ягодой. Сначала она зеленая, но по мере созревания краснеет и темнеет. Внутри каждой ягоды находятся два семечка. Вот из этих-то семян, которые почему-то называют зернами, заботливые производители кофе и отбирают для нас самые лучшие.

Семена прочно срастаются с мякотью, поэтому извлечь их из ягоды — дело непростое, особенно если речь идет о массовом производстве. Сначала плоды нужно собрать. Это делают вручную, иногда ветки прочесывают специальным гребнем. Затем их раскладывают на цементных пло-



ВГ – Верхняя Гвинея
 НГ – Нижняя Гвинея
 К – Конголия
 ВЦА – Восток Центральной Африки
 ВА – Восточная Африка



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Распространения рода кофе из центра происхождения в Нижней Гвинее. Ареал кофе показан зеленым, а места, где во время последнего засушливого периода сохранились леса, — коричневым

щадках и две недели прожаривают на тропическом солнышке, прикрывая на ночь. Когда мякоть засыхает, ее отделяют на обдирочных машинах. Затем семена шлифуют, удаляя остатки мякоти и обе оболочки — серебристую и пергаментную, и только тогда они приобретают товарный вид.

Там, где часто идут дожди и кофе трудно как следует просушить, применяют второй способ очистки, «мокрый». Собранные ягоды отправляют в давилку, где отделяют большую часть мякоти. Недоочищенные семена замачивают в огромных цементных чанах — в воде мякоть разлагается под действием кофейных ферментов и отваливается сама. После этого семена промывают в проточной воде и долго сушат, прежде чем отправить на шлифовку.

А поскольку кофе надо еще пожарить и несколько раз перебрать, неудивительно, что он стоит дорого.

Колыбель кофе

Род кофе — многовидный. В лесах Африки произрастает сорок один вид, на Мадагаскаре — 58, один на Больших Коморских островах и три — на Маскареных островах. Все виды представляют собой древесные кустарники и деревья, которые различаются размерами и морфологией и растут в разных условиях. Большинство дикорастущих видов кофе занимают небольшие ареалы, но некоторые введены в культуру, и тут уже приходится говорить не об ареалах, а о плантациях.

Самое распространенное кофейное дерево аравийское, *Coffea arabica*, на долю которого приходится 65% производимого на планете кофе. Но родина арабики — не Аравия. Его семена принесло на полуостров племя эфиопских переселенцев. К IX веку арабы уже вовсю пили кофе, а в XV веке к ним нагрянули турецкие завоеватели, распробовали напиток и оценили его по достоинству. В 1554 году в Константинополе открылась первая в мире кофейня, затем эти заведения стали множиться, как грибы после дождя. Через турок с кофе познакомилась европейцы и стали называть его «турецкий кофе». Называть-то на-

зывали, но пили неохотно. На рекламу нового напитка были брошены лучшие силы того времени. Иоганн Себастьян Бах написал свою знаменитую «Кофейную кантату» по заказу владельца кофейного дома Циммермана. В ней действуют бюргер-папаша, привыкший к пиву, и его дочь, готовая на любые лишения, лишь бы пить кофе. Она очень хочет замуж, но отвергнет жениха, если он не позволит ей всласть кофейничать. Все немецкие девушки без ума от кофе, вливайся! Влились, распробовали, придумали десятки способов заварки и подачи.

Но вернемся в Эфиопию. Там-то как раз кофе не пили очень долго. Однако существует легенда о некоем пастухе, который заметил, что его козочки, пожевав листья кофейного дерева, всю ночь бодры и веселы, и оценил стимулирующие свойства растения. Возможно, все так и было. Кофейное дерево и сейчас встречается в тамошних лесах, и местные травоядные имеют полную возможность веселиться до упаду. До последнего времени ученые именно Эфиопию считали страной происхождения кофе, но недавно франко-бразильская исследовательская группа под руководством Франсуа Энтони решила, что его родина — Нижняя Гвинея. О происхождении, распространении и родственных связях между разными видами кофе ученые судили не по морфологическим или биохимическим особенностям, а по последовательностям пластидной ДНК нескольких десятков видов. (Пластиды — это клеточные органоиды растений, имеющие собственный геном. Их ДНК наследуется по материнской линии, поэтому ее удобно использовать для построения родословных.) Анализ показал, что все виды кофе, произрастающие на островах Индийского океана, сходны между собой, следовательно, они попали туда с материка примерно в одно время. Поскольку эти вулканические острова образовались около 500 тысяч лет назад, мы можем считать эту дату самым ранним из возможных сроков возникновения рода кофе.

Но скорее всего, род кофе моложе. Судя по небольшим отличиям последовательностей пластидной ДНК разных видов, он возник около 100 тысяч лет назад. Генетическое разнообразие максимально в районах Нижней Гвинеи и Конго. Следовательно, это и есть центр происхождения кофе. Отсюда он распространялся на запад к Верхней Гвинее и на восток через Центральную Африку. Теплый и влажный климат этому благоприятствовал, обезьяны, а на Мадагаскаре лемуры, способствовали распространению семян, и кофе довольно быстро завоевал обширную территорию, пересек Мозамбикский пролив и заселил Мадагаскар и другие острова Индийского океана.

Около 18 000 лет назад на Земле стало очень сухо и жарко, но растения переждали засуху в более прохладных горных лесах Конго, Заира и восточной части центральной Африки. Дождевой лес Верхней и Нижней Гвинеи сей-

час разделен полосой саванны шириной около 200 км. Эта полоса возникла 4000 лет назад и была тогда значительно шире. Но кофейные деревья успели «проскочить» на запад раньше. Сейчас они вполне обжились на обширной территории, в самых разных лесах, как влажных, так и достаточно сухих.

Не только арабика

С тех пор как люди распробовали кофе, его плантации опоясали планету широкой лентой от тропика Рака до тропика Козерога. Основной культурный вид кофе — *C. arabica*. У него довольно крупные семена, и неудивительно: арабика, в отличие от остальных видов этого рода, — полиплоид и имеет не 22 хромосомы, а 44. Сортов арабики тысячи. Их вкус и аромат зависят от особенностей почвы и воды, от высоты, на которой расположена плантация, от склона горы, на которой растут деревья, от условий фасовки. Один из самых дорогих сортов — Джамайка Блю Маунтин. Его выращивают только в районе Синей горы на острове Ямайка, а расфасовывают в бочки из-под рома, так что за время пути кофе успевает пропитаться ромовым запахом. Еще один ценный сорт арабики, кофе кона, получен в результате селекции и обладает мягким вкусом. Он растет компактным кустом или маленьким деревцем, но с одного растения можно собрать до 400 кг в год.

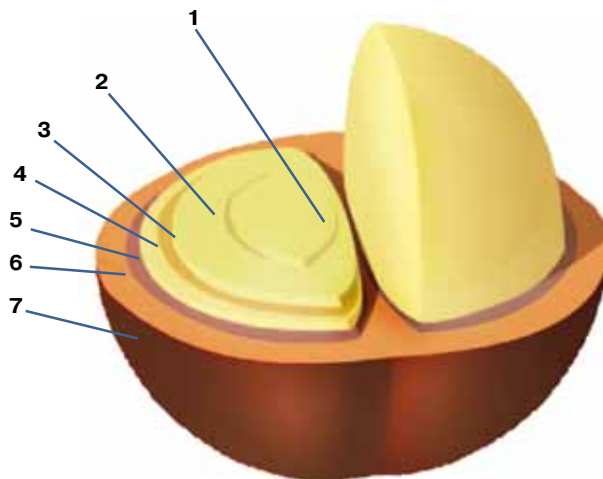
Самый дорогой кофе, о котором, возможно, слышали многие, — индонезийский копи лувак, что приблизительно переводится как «кофе цвететты». Пальмовая цвететта ест кофейные ягоды, однако семена ее желудок не усваивает. Когда они пройдут по пищеварительному тракту весь положенный путь, их собирают, отмывают и продают за бешеные деньги. Есть плантаторы, которые специально разводят цвететт, но знатоки с презрением отвергают эту методику. Считается, что дикая цвететта разбирается в кофе гораздо лучше, чем фермер, и выбирает для своего рациона более качественные ягоды. В Интернете можно найти отзывы вкусивших копи лувак. Одни отмечают богатый вкус напитка со множеством оттенков, другие не видят в нем ничего особенного.

В середине XIX века в бассейне реки Конго обнаружили еще один вид кофе, пригодный для культивирования, *C. saprophyta* — кофейное дерево седеющее, или робуста. В отличие от арабики она легко переносит переувлажнение, засуху и сильную жару, гораздо устойчивее к болезням и вредителям, а ее семена содержат примерно на 40—50% больше кофеина. Однако напиток из робусты получается горький и не очень ароматный. Поэтому семена *C. saprophyta* используют только в смесях с арабикой при изготовлении молотого или растворимого кофе. Такой продукт дешевле, чем чистая арабика, но его достоинство не только в этом: добавление робусты позволяет получить пышную пену при приготовлении кофе-эспрессо.

Третий по распространенности культурный вид — кофейное дерево либерийское *C. liberica*, открытое, естественно, в Либерии в 1843 году. Напиток из его семян получается не особенно вкусный, зато ароматный. К тому же либерийское дерево очень урожайное (его семена больше, чем у арабики) и устойчиво к вредителям.

Еще один вид, *C. excelsa* счастливо сочетает устойчивость к неблагоприятным факторам с чудесным вкусом и ароматом, напоминающим арабику.

Есть и другие «съедобные» виды кофе, но промышленного значения они не имеют. *C. sativa* — карликовый вид, дающий прекрасные семена. К сожалению, у него низкая урожайность, зато дерево можно выращивать в комнате.



Строение кофейного плода:

1 — продольный желобок — характерная черта кофейных семян; 2 — эндосперм (питательные вещества семени); 3 — семенная кожура (серебристая пленка); 4 — пергаментная оболочка; 5 — пектиновый слой; 6 — мякоть плода; 7 — наружная оболочка плода

Из *C. mauritiana* получается довольно горький напиток, а в семенах *C. gascosa* мало кофеина. Конголезский кофе *C. songensis* душистый и вкусный, но редко плодоносит. Семена *C. stenophylla* пахнут чаем, а что касается вкуса напитка, дегустаторы затрудняются прийти к единому мнению.

Обжаривание

Если судить по составу продукта, семена кофе полезны и питательны. Они содержат около 10% белков, жиры, углеводы, в том числе 6—10% сахарозы, органические кислоты (лимонную, яблочную, малеиновую, уксусную и щавелевую); в них много калия и магния, есть также кальций, натрий, железо, марганец, рубидий, цинк, медь и стронций, витамины: тиамин, рибофлавин, пиридоксин, токоферол, пантотеновая и никотиновая кислоты. Однако, несмотря на все эти достоинства, у сырого кофе неприятный вкус, поэтому его обжаривают при температуре 200—250 °С. В результате свойства семян существенно меняются.

Прежде всего из зеленых они становятся коричневыми. Происходит это по нескольким причинам. Сахара и другие углеводы, входящие в состав кофе, при обжаривании карамелизуются, а также вступают с белками в реакцию, при которой образуются коричневые пигменты. Побурению способствуют и хлорогеновые кислоты (эфиры хинной и коричной кислот), но о них мы еще поговорим.

Кроме того, семена разбухают. Распадающиеся при нагревании углеводы выделяют большое количество CO_2 , который распирает изнутри размягченные ткани семян, и их объем увеличивается. Когда процесс обжаривания закончится, двуокись углерода еще долго, иногда несколько недель, выделяется из кофе в атмосферу.

При нагревании кофе теряет влагу, становится более твердым и хрупким, благодаря чему его можно молоть. С сырыми семенами кофемолка не справится, они эластичны.

Запах жареного кофе ни с чем не сравним. Его формируют более 350 ароматических веществ, часть из которых образуется при обжарке. Самое известное среди них — эфирное масло кофеол. Многие из этих ароматических

веществ летучи, поэтому молотый кофе долго не хранится. Но и сырые семена пахнут, правда, не столь приятно. Самым сильным запахом обладает 3-изобутил-2-метоксипиразин, из-за которого зеленый кофе отдает горохом. При обжаривании концентрация 3-изобутил-2-метоксипиразина не меняется, зато других ароматических веществ становится больше и они заглушают невкусные запахи.

Уменьшается при нагревании содержание танина. В сырых семенах кофе содержание этого дубильного вещества варьирует от 3,6 до 7,7%, а в готовом продукте его остается не более процента. При нагревании он активно окисляется с образованием темноокрашенных пигментов. Если кофе пережарить, танин разлагается полностью: без него кофе становится хотя и темным, но невкусным.

При нагревании изменения претерпевает и кофейный алкалоид тригонеллин, или метилбетаинникотиновая кислота. В арабике его 1—1,2%, практически столько же, сколько кофеина, в робусте и либерике меньше. Тригонеллин термически нестабилен и при обжаривании легко превращается в никотиновую кислоту (витамин PP), витаминизируя кофе.

И наконец, при обжаривании существенно возрастают антиоксидантные свойства семян. Важнейшие компоненты кофе — хлорогеновые кислоты, в сырых семенах их 7—10%. Как фенолсодержащие соединения, они обладают антиоксидантным действием. При обжаривании кофе хлорогеновые кислоты изомеризуются, но антиоксидантную активность сохраняют. (Этот факт обнаружила британско-американская, а точнее, шотландско-гавайская исследовательская группа под руководством Алана Крозье. Ученые опубликовали свою работу в «Бразильском журнале физиологии растений».) Более того, при этом появляются еще какие-то соединения, исследователями не идентифицированные, но тоже антиоксиданты — общая антиоксидантная активность среднеобжаренного кофе примерно вдвое выше, чем зеленого. Обладая такими свойствами, обжаренный кофе должен снижать риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, так что он оказался не только вкуснее и ароматнее зеленого, но и много полезнее.

Только с кофеином

Ароматный пар над чашкой, бездумно счастливые лица, свалившийся с неба на балкон ежик и мир во всем мире... Таков рекламный образ кофе.

Когда заходит речь о влиянии кофе на самочувствие и настроение, сразу вспоминается кофеин, пробуждающий, бодрящий, повышающий умственную и физическую работоспособность. Правда, не у всех. Действие кофеина, как и других психостимулирующих средств, зависит от типа высшей нервной деятельности, это еще И.П.Павлов обнаружил. Поэтому некоторые люди от кофе не возбуждаются, а иных даже клонит в сон.

Кофеин — алкалоид, 2,6-диокси-1,3,7-триметилпурин, он же 1,3,7-триметилксантин. Цвета и запаха не имеет, в водном растворе дает горький привкус, в организме быстро окисляется и выводится с мочой, не накапливаясь в тканях. Поэтому действие кофеина на нервную систему кратковременно. Содержание кофеина зависит от сорта кофе, но в среднем в арабике его 0,6—1,2%, в робусте 1,8—3%, в либерике — 1,2—1,5%.

О том, как кофеин влияет на здоровье, написаны кубометры статей, и к единому мнению ученые так и не пришли. То он стимулирует развитие рака, то, наоборот, ему препятствует. То повышает артериальное давление, то вроде бы и нет. Опять же на разных людей он действует



по-разному, да и кофе разный бывает. Так что чашечку ароматного напитка позволить себе может почти каждый, но меру надо знать — психостимулятор все-таки. На него даже подсесть можно.

Поскольку не кофеин сообщает напитку его вкус и аромат, многие люди желают избавиться от алкалоида и наслаждаться кофеем, не опасаясь вредных последствий. Примерно пятую часть продаваемого кофе предварительно декофеинизируют. Для этого его обрабатывают органическими растворителями, например метиленхлоридом или этилацетатом, горячей водой или паром. Таким образом можно извлечь примерно 97% алкалоида. Существуют и бескофеиновые виды, в Африке их известно два: *C. pseudozanguebariae* и *C. charrieriana*. Промышленного значения они не имеют, но, кто знает, может быть, селекционеры используют их когда-нибудь для получения бескофеиновых сортов.

Люди пьют кофе не только потому, что он возбуждает, пробуждает и стимулирует. Это занятие само по себе вызывает много положительных эмоций и усиливает удовольствие, которое граждане получают от курения и выпивки. Возникла даже традиция совместного употребления трех «С» — coffee, cognac, cigar (что по-русски будет три «к» — кофе, коньяк и курево). И неудивительно: сотрудники Национального научного центра наркологии МЗ РФ и ГУ НИИ морфологии человека РАМН, экспериментируя на крысах, обнаружили, что регулярное потребление кофеина увеличивает чувствительность животных к стимулирующему воздействию алкоголя и никотина.

Однако безмятежное потягивание кофе, даже не сопряженное с вредными привычками, — занятие небезопасное. Как выяснили те же исследователи, тревожные крысы, которых к тому же держали в стрессовых условиях (в одиночных клетках), чрезвычайно возбуждались в ответ на разовую дозу кофеина, в пересчете на крысиный вес — в 40 раз большую, чем суточная норма взрослого американца (очевидно, российской статистики в распоряжении ученых не было). Однако при хроническом его потреблении привыкли и успокоились. И наоборот, изначально спокойные, несклонные к тревожности крысы, пребывающие в комфортных условиях, без видимых последствий перенесли «кофеиновый удар». Зато когда их в течение трех недель потчевали слабым раствором кофеина, крысы стали нервничать и со временем превратились в возбудимых животных.

В общем, непростое это дело — питье кофе, и не всегда действует так умиротворяюще, как показано в рекламе.



Какао — пища богов

Если вдруг вы окажетесь на необитаемом острове, где есть только дерево какао, то можете не беспокоиться — смерть от истощения вам не грозит. В его семенах есть все необходимое для человека, а именно белки, жиры, сахара, микроэлементы, витамины и антиоксиданты. Карл Линней в своей классификации растений назвал это дерево *Theobroma cacao* — в переводе с греческого theobroma означает «пища богов».

Какао известно уже больше 3500 лет — в виде напитка его употребляли ольмеки, майя и ацтеки. Ацтеки называли напиток из какао «чоколатль», а дерево, на котором росли плоды какао, — «какахуатль». Плоды собирали, доставали из них семена — какао-бобы, сушили на солнце, измельчали и разводили водой, добавляя в нее сок агавы, молотую кукурузу, перец, а также пряности, чтобы заглушить горечь. Ацтеки считали чоколатль афродизиак и подавали его на свадебных церемониях. Император Монтесума всегда выпивал чашку шоколада, прежде чем отправиться в гарем. Ацтеки так высоко ценили плоды какао, что использовали их вместо денег: за 500 семян какао можно было купить раба.

В Испанию плоды этого дерева впервые привез в 1528 году Кортес. Испанской знати напиток понравился. Его рецепт долго хранили в тайне от других европейских стран, и за него поплатился головой не один десяток человек. Только через 150 лет какао стали пить во Франции, Англии, Голландии и других странах.

Какао получают из семян — в каждом плоде их содержится 30—50 штук. Это только сырье, которое сначала обязательно помещают в специальные ящики для ферментации (для этого нужна примерно неделя). После этого красноватые семена становятся шоколадного цвета. Из очищенных семян получают какао тертое и отжимают масло на гидравлических прессах под давлением 400 атм. Потом из жмыха делают какао-порошок.

Семена какао имеют очень горький вкус, поэтому в чистом виде его употребляют только гурманы. Всеми любимым шоколад состоит из какао-порошка, масла какао, сахара, ванили. Сегодня существует огромное количество видов шоколада: молочный, белый, с орехами, фруктами и прочие. Темный горький шоколад, ставший особенно популярным в после-

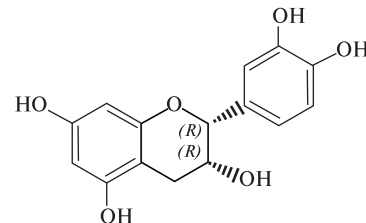
днее время, содержит 70, 80 или 100% какао и масла какао. Белый шоколад содержит молоко, масло какао, а порошок зерен какао в нем нет. К сожалению, во многих странах масло какао разрешают заменять более дешевым пальмовым, поэтому встречается «пища богов», которая не тает во рту (как положено), а размазывается по нёбу. Такая замена невозможна только в Бельгии — в этой стране всем производителям шоколада запрещено использовать пальмовое масло.

В мире ежегодно выпускается более 3,6 млн. тонн какао-порошка. Производят какао не только на его родине — в Латинской Америке, но и в Африке, Азии, Океании. Крупнейшие потребители какао — Европа (42,7%), Америка (23,7%), Азия и Океания (19,4%), Африка (14,2%). Больше всего шоколада едят в Швейцарии — до 10 кг на человека в год, в Австрии 9 кг, Германии 8,1 кг, а в России 4—5 кг в год. В Европе и Америке какао также пьют в виде горячего шоколада. Так почему же это пища богов?

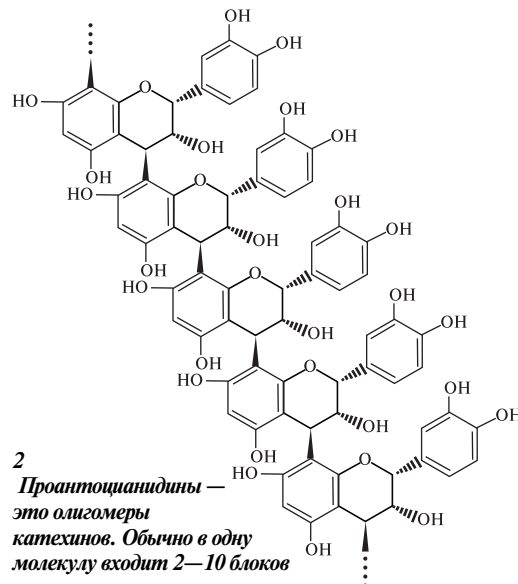
Какао — один из самых сбалансированных по пищевой ценности продукт. В семенах какао, уже прошедших ферментацию, 50% жиров, 15% белков и 10% углеводов. Кроме того, в какао много витаминов, микроэлементов и антиоксидантов. Аромат какао — это как минимум 500 соединений, принадлежащих к 16 различным классам. Их определяют методом газовой хроматографии — масс-спектрометрии (ГХ — МС). Неповторимый аромат какао придают пиразины (94 вещества), эфиры (58 соединений), кислоты (51 из них идентифицировано), амины и азотсодержащие соединения и многие другие.

Какао и шоколад еще в древние времена применяли как лекарство. Но в последние десятилетия были проведены обширные исследования лечебных свойств этого продукта. В научной литературе можно найти обзоры, посвященные истории применения шоколада в медицине, роли какао в лечении диабета и снижении высокого артериального давления, предотвращении сердечно-сосудистых заболеваний при регулярном потреблении шоколада и даже статьи об антиканцерогенных свойствах какао. Множество подобных данных проанализировано в обзоре «Какао и здоровье: десятилетие исследований» (см. ссылку в конце статьи).

Так что же именно делает какао лекарством? Антиоксиданты — в шоколаде их очень много, и вдобавок они очень хорошо усваиваются. Например, после того, как человек съест 1–2 г темного шоколада, у него в плазме крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) можно обнаружить 300—700 нмоль/л эпикатехина (рис. 1). Это вещество относится к группе флавоноидов (см. «Химию и жизнь», 2010, № 3 и 2007, № 11). Если сравнить какао с лидерами полезности красным вином и зеленым чаем, то по зарубежным данным в равных порциях какао (7 г) в полтора раза больше антиоксидантов, чем в двух граммах зеленого чая и 150 мл вина. Также очень важен состав полезных веществ, и здесь какао тоже нет равных. Это один из немногих продуктов, в котором есть все необходимые для человека антиоксиданты: водорастворимые, жирорастворимые, а также антоцианы (примерно 4% антоцианинов и 58% проантоцианидинов — см. рис. 2).



1
До 37% всех катехинов составляет именно он — эпикатехин



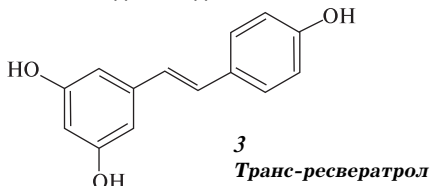
2
Проантоцианидины — это олигомеры катехинов. Обычно в одну молекулу входит 2—10 блоков

Суммарное содержание жирорастворимых (ССЖА) и водорастворимых (ССА) антиоксидантов в какао и в шоколаде

№	Наименование	ССЖА мг/100г	ССА мг/100г	Производитель
1	Какао-порошок «Золотой ярлык»	522,0	420,0	ОАО «Красный Октябрь», Россия
2	Какао-порошок «Смак»	377,0	1770,0	ЗАО «Пресконита», Литва
3	Какао «Золотой якорь»	325,0	870,0	ООО «Кондитерская фабрика «Богородская», г. Москва
4	Шоколад «Alpen Gold» (темный)	135,0		ООО «Крафт Фудс Рус», Россия, г. Покров
5	Шоколад «Luker» (черный)	115,0		Колумбия
6	Какао-обезжиренное VAN	105,0	800,0	Маспекс-ГМВ, Польша
7	Какао порошок «Российский»	97,0	1500,0	ОАО «Кондитерское объединение «Россия», г. Самара
8	Шоколад «Красный Октябрь» (горький 80% какао)	66,0		ОАО «Красный Октябрь», Россия
9	Шоколад «Вечерний звон»	66,0		ОАО «Рот Фронт», Россия
10	Шоколад «NOIR AUTHENTIQUE»	56,0		FREY AG, Швейцария
11	Шоколад «Люкс»	49,0		ОАО «Кондитерский концерн Бабаевский», Россия
12	Шоколад «Ritter Sport» с элитным какао из Эквадора (горький 71% какао)	47,0		Alfred Ritter GmbH & Co. KG, Германия
13	Шоколад черный (мелкокусковый)	45,0		«Kakao Verarbeitung Berlin», Германия
14	Какао «Nesquik Plus»	45,0		ОАО «Кондитерское объединение Россия», г. Самара; ООО «Нестле Россия»
15	Какао «Wawel SA» (какао Naturalne)	43,0	2570,0	Польша
16	Шоколад «Alpen Gold» молочный с цельным фундуком	34,0		ООО «Крафт Фудс Рус», Россия, г. Покров
17	Какао «Cacao Wadel E»	32,0	2370,0	Польша
18	Какао «Hot Cocoa Mix»	31,0	139,0	Nestle, Швейцария
19	Шоколад горький 80% какао	27,0		ОАО «Красный Октябрь», Россия
20	Молочный шоколад с кофе «Кофе с молоком»	26,0		ОАО «Кондитерское объединение Россия», г. Самара
21	Шоколад «Luker» (белый)	25,0		Колумбия
22	Элитный горький шоколад, 87 % какао	24,0		Кондитерская фабрика «Русский шоколад»
23	Шоколад «Российский» (темный)	22,0		ОАО «Кондитерское объединение Россия», г. Самара
24	Ghirardelli Hot Chocolate	19,0	670,0	
25	Шоколад белый (мелкокусковый)	17,0		«Kakao Verarbeitung Berlin», Германия
26	Горячий шоколад классический «LaFesta» (какао-напиток)	16,0		ООО «Маспекс-Калининград», Россия, г. Светлогорск
27	Шоколад «Lindt excellence» dark 70% какао	14,0		Lindt & Sprungli, Франция
28	Шоколад горький	14,0		ОАО «Кондитерское объединение «Сладко»
29	Горячий шоколад «Лесной орех»	13,0	386,0	ЗАО «Сантэк», Россия
30	«Organic Hot Chocolate Drink»	12,0	1080,0	Англия
31	Горячий шоколад «Молочный»	11,0	397,0	ЗАО «Сантэк», Россия
32	Какао «Mix Fix»	8,0	149,0	ЗАО «Крюгер-Гранд», Россия
33	«Organic Hot Cocoa Mix»	6,0	200,0	США

Основной флавоноид в шоколаде (он же есть в красном вине) — это эпикатехин. Впрочем, только флавоноидами сходство с красным вином не ограничивается. В какао присутствует также сильнейший антиоксидант транс-ресвератрол (рис. 3). Он обладает антиканцерогенным и антисклеротическим действиями, и в свое время «французский парадокс» приписывали именно ему. Во Франции значительно меньше умирают от сердечно-сосудистых заболеваний и это связывают с большим потреблением красного вина, содержащего транс-ресвератрол.

В последние годы состав какао исследу-



дуют всеми современными методами: высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ) и ВЭЖХ с масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС). Опубликованы сотни работ. Этими методами удалось обнаружить в какао кверцетин, лютеолин, изоориентин, ориентин, витексин, изовитексин, нарингенин, апигенин и др. Все эти флавонолы, флавоны, флавононы обла-

дают высокой антиоксидантной активностью.

В ОАО НПО «Химавтоматика» мы измерили суммарное содержание жирорастворимых (ССЖА) и водорастворимых (ССА) антиоксидантов и в какао, и в шоколаде амперометрическим методом (см. таблицу). Подобные исследования проведены впервые.

Приятно отметить, что какао отечественного производителя выгодно отличается от импортного соотношением жирорастворимых и водорастворимых антиоксидантов. За рубежом из исходного какао извлекают масло, поэтому жирорастворимых антиоксидантов там остается не так много. В нашем какао «Золотой ярлык» (ОАО «Красный Октябрь») их больше всего — 522 мг/100 г, а в какао, выпускаемом в США, эта величина не превышает 10 мг/100 г. Впрочем, количество водорастворимых антиоксидантов во всех продуктах вполне сравнимо. Из таблицы видно, что во многих образцах шоколада и какао содержится мало антиоксидантов. Отсюда следует, что эти производители используют не слишком много натурального какао-порошка.

В общем, какао и шоколад в обычной жизни употреблять удобно. По утрам кружечка какао с молоком («Золотой яр-

лык», «Смак», «Золотой якорь» и другие), по вечерам — зеленый чай с 40—50 г темного шоколада (рекомендации зарубежных авторов), и, пожалуй, дневную норму вы уже получили. Ведь для защиты от болезней нужно ежедневно потреблять 360 мг антиоксидантов, а в этом отношении шоколад и какао — богатые источники.

Доктор химических наук
Я.И.Яшин

В исследовании также принимали участие кандидаты химических наук А.Я.Яшин, Н.И.Черноусова, П.А.Федина, О.Н.Куминский.

Что еще можно почитать о шоколаде

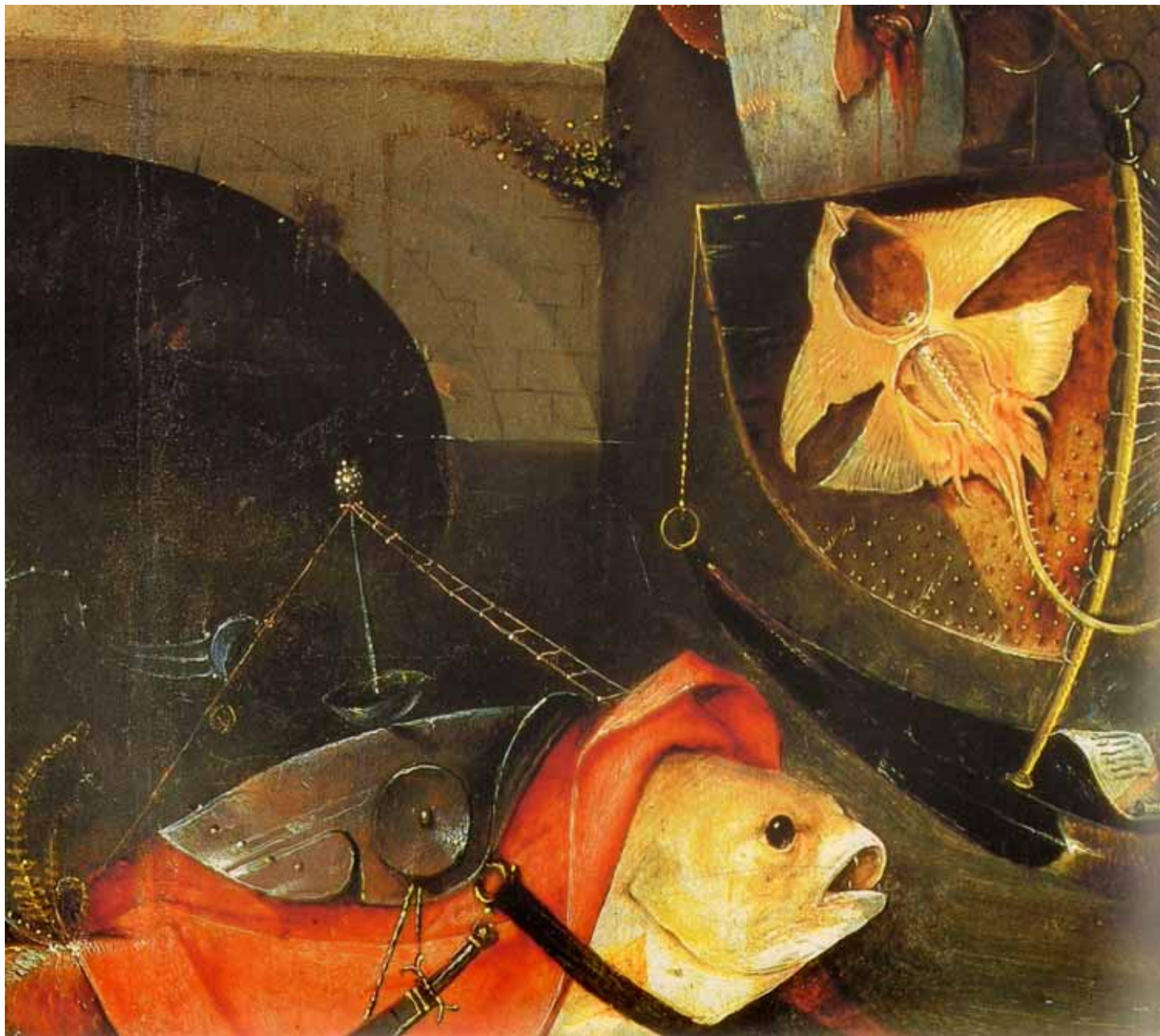
«Cocoa and health: a decade of research». British journal of nutrition, 2008, т. 99, с. 1.

«A Cultural History of the Medicinal and Ritual Use of Chocolate», Journal of nutrition, 2000, т.130, с. 2057.

«Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine», J. Agric. Food Chem., 2003, т.51, с. 7292.

«The Medicinal Use of Chocolate in Early North America», Mol. Nutr. Food Res., 2008, т. 52, с. 1215.





Внутренняя рыба

Нил Шубин

«Внутренняя рыба» — так называется очередной научно-популярный бестселлер, выпущенный издательством «Астрель» (www.astrel-spb.ru) при поддержке Фонда некоммерческих программ Дмитрия Зимина «Династия» (www.dynastyfdn.ru) в серии «Элементы». Нил Шубин, профессор анатомии, известный палеонтолог и один из первооткрывателей тиктаалика — промежуточного звена между рыбами и наземными животными (объяснение этого слова есть в тексте, на с.4), — увлекательно рассказывает о том, как на протяжении трех с полови-

ной миллиардов лет формировалось и совершенствовалось тело человека. «Исходя из того, за какие открытия в последние пятнадцать лет присуждали Нобелевские премии по физиологии и медицине, я мог бы озаглавить эту книгу «Внутренняя муха», «Внутренний червь» или даже «Внутренние дрожжи», — пишет Н.Шубин. — Например, премию 1995 года присудили за новаторские исследования плодовых мушек, в ходе которых был выявлен набор генов, определяющих план строения тела у людей и других животных. <...> Исследования дрожжей, мух, червей — и, конечно, рыб — многое говорят нам о том, как работают наши собственные тела, какие причины вызывают у нас болезни и какие новые методы мы можем использовать для продления нашей жизни и улучшения нашего здоровья».

Предлагаем вашему вниманию фрагменты одной из глав этой замечательной книги в переводе П.Петрова. Эту книгу вы сможете купить в федеральной сети книжных магазинов «Буква», а также через Интернет.

Внутренний зоопарк

Я впервые приобщился к миру науки в 1980 году еще студентом колледжа, решив поработать волонтером в Американском музее естественной истории в Нью-Йорке. Это была для меня замечательная возможность познакомиться с его богатейшими коллекциями, но, кроме того, посещать проводившиеся в музее весьма экстравагантные еженедельные семинары. Каждую неделю на них выступал какой-нибудь специалист, рассказывавший об одной из хорошо известных лишь узкому кругу ученых областей естественной истории. После его выступления, которое часто не производило большого впечатления, слушатели разбирали его речь по кусочкам. Делалось это со всей беспощадностью. Временами все действие напоминало большой пикник, на котором приглашенный специалист выступал в роли окорока, зажаренного на вертеле. В ходе этих дебатов участники нередко переходили на крик, топали ногами, выражая возмущение, и демонстрировали богатство мимики и жестов, достойное классического немого кино.

И это происходило в священных залах храма науки, на семинаре, посвященном биологической систематике! Вы, возможно, знаете — это наука о том, какое название давать живым организмам и как их классифицировать в соответствии со схемой, которую все учили в школе на уроках биологии. Сложно представить себе тему, которая имела бы меньшее отношение к повседневной жизни, и тем более сложно представить, как обсуждение этой темы может довести выдающихся ученых до буйства. Сторонний наблюдатель имел бы все основания сказать им: «Идиоты! Займитесь делом!»

Ирония в том, что теперь я понимаю, почему эти люди так кипятились. В то время еще сложно было по достоинству оценить это, но они обсуждали одну из важнейших концепций всей биологической науки. На первый взгляд в ней нет ничего особо важного, но эта концепция лежит в основе того, как мы сравниваем разные организмы — человека и рыбу, рыбу и червя или что угодно с чем угодно. Эта концепция позволила разработать методы, с помощью которых мы изучаем наши родственные связи, находим преступников по следам ДНК, разбираемся в том, как возник вирус СПИДа, отслеживаем расселение вирусов гриппа по планете.

Все поистине великие идеи о законах природы были сформулированы исходя из простейших первоначальных посылок, с которыми мы сталкиваемся каждый день. Базируясь на простых понятиях, такие идеи находят более широкое применение и объясняют уже по-настоящему значительные явления, такие, как движение звезд или работа времени. В духе этих представлений я хотел бы поделиться с вами одним законом природы, с истинностью которого мы все можем согласиться. Этот закон настолько глубок, что многие из нас воспринимают его как нечто само собой разумеющееся. Но при этом он дает отправную точку для всего, что мы делаем, занимаясь палеонтологией, биологией развития и генетикой.

Этот биологический «закон всего» состоит в том, что у каждого живого существа на нашей планете были биологические родители.

У каждого знакомого вам человека были родители. Были они и у каждой птицы, каждого тритона, каждой акулы, которых вам доводилось видеть. Новые технологии могут изменить положение дел с помощью клонирования или какого-нибудь другого метода, который еще предстоит изобрести, но пока этот закон работает повсеместно. Сформулируем его более четко: каждое живое существо развилось на основе родительской генетической информации. Эта информация определяет само понятие родителя, и, пользуясь этим определением, мы можем разобраться в биологическом механизме наследственности и применять это понятие даже к бактериям, которые размножаются совсем не так, как мы.

Сила этого закона именно в том, что он находит очень широкое применение. Вот она во всей красе: все мы суть модифици-

рованные потомки наших родителей, или их генетической информации. Я потомок своего отца и своей матери, но я отличаюсь от них. Мои родители, в свою очередь, — модифицированные потомки своих родителей. И так далее. Схема происхождения их всех и тех модификаций, которые при этом происходили, определяет генеалогическое древо моей семьи. Причем определяет так однозначно, что восстановить это древо можно даже по небольшому образцам крови — моей и моих родственников. <...>

Знание того, как именно работает наше происхождение, сопровождаемое модификацией (то, что сегодня обычно называют биологической эволюцией), дает нам ключ к тайнам собственной биологической истории, потому что каждый этап такого происхождения оставляет в нас следы, которые мы можем выявить. <...>

Но откуда растут все ветви таких деревьев, где их начало? Ответ во многом зависит от того, как мы договоримся считать. Начинается ли моя ветвь с первых моих предков, носивших фамилию Шубин? Начинается ли она с украинских евреев или жителей Северной Италии? Как насчет древнейших людей? Или ее началом нужно считать микробов, живших 3,5 миллиарда лет назад или еще раньше? Все согласятся, что их родословная где-то начинается, но весь вопрос в том, где именно ее начало.

Если наша родословная началась с древнейших микробов и если это соответствует нашему закону биологии, то мы можем приводить в систему имеющиеся у нас данные и делать специфические предсказания. Жизнь на Земле оказывается неслучайным набором из разных существ, она обретает систему, все элементы которой несут общие признаки происхождения, сопровождаемого модификацией. Неслучайной должна быть и структура всей геологической летописи. Признаки, появившиеся позже, должны встречаться у ископаемых из менее древних слоев горных пород, чем признаки, возникшие ранее. Точно так же, как на моем собственном генеалогическом древе я появился позже, чем мой дедушка, на общем генеалогическом древе всего живого все его элементы тоже должны иметь свое место во времени. <...>

Главная задача состоит в том, чтобы узнать, как выглядело генеалогическое древо видов, то есть узнать, в какой степени разные виды родственны друг другу. Представление о степени родства разных организмов помогают нам толковать признаки ископаемых, таких, как тиктаалик. Тиктаалик — промежуточная форма между рыбами и их потомками, заселившими сушу, но вероятность того, что это наш непосредственный предок, очень невелика. Скорее всего, это родственник нашего предка. Ни один палеонтолог, находящийся в здравом уме, никогда не станет утверждать, что им открыт чей-нибудь Предок. <...>

Внутри наших тел можно найти связи с целым зверинцем. Одни структуры нашего тела напоминают структуры медуз, другие — червей, третьи — рыб. Это сходство отнюдь не бессистемно. Некоторые черты нашего строения свойственны также всем остальным животным, некоторые — уникальны для нас. Видеть порядок, которому подчиняются все эти черты, прекрасно и удивительно. <...>

Давайте рассмотрим некоторые из признаков и разберемся, какому порядку они подчиняются.

Со всеми животными, населяющими нашу планету, нас объединяют многоклеточные тела. Назовем эту группу многоклеточной жизнью. Признак многоклеточности объединяет нас со всеми организмами от губок и трихоплаксов до шимпанзе.

Подгруппа в составе группы многоклеточных объединяет животных, обладающих планом строения тела, похожим на наш, который включает перед и зад, верх и низ, правый и левый бок. Систематики называют эту группу *Bilateria* (то есть двусторонне-симметричные). Сюда относятся многие животные от червей и насекомых до людей.

Подгруппа следующего ранга, в составе подгруппы двусторонне-симметричных многоклеточных животных, объединяет организмы, обладающие черепом и позвоночником. Их называют позвоночными животными.

Следующая подгруппа объединяет многоклеточных животных, двусторонне-симметричных, обладающих черепом и позвоночником, у которых к тому же есть две пары конечностей. Этих животных называют тетраподами (то есть четвероногими), или наземными позвоночными.

Подгруппа еще более низкого ранга объединяет многоклеточных животных, двусторонне-симметричных, обладающих черепом и позвоночником и двумя парами конечностей, у которых к тому же среднее ухо состоит из трех косточек. Этих наземных позвоночных называют млекопитающими.

И наконец, следующая подгруппа объединяет многоклеточных животных, двусторонне-симметричных, обладающих черепом и позвоночником, двумя парами конечностей и тремя косточками среднего уха, которые к тому же ходят на двух ногах и обладают огромным мозгом. Этих млекопитающих называют людьми.

Сила этого разделения на группы — в том множестве данных, которые лежат в его основе. Эту схему подтверждают сотни и тысячи генетических, эмбриологических и анатомических признаков. И это разделение позволяет нам по-новому взглянуть на самих себя и на наше внутреннее строение.

Рассматривая эти группы в обратном порядке, мы как бы очищаем луковицу, снимая слой за слоем и обнажая более древние слои нашей истории. На поверхности лежат признаки, объединяющие нас с остальными млекопитающими. Затем, если посмотреть глубже, мы видим черты, которые объединяют нас со всеми наземными позвоночными. Еще глубже лежат наши общие черты с рыбами. Еще глубже — с червями. И так далее. Мы открываем для себя схему происхождения, сопровождаемого модификацией, которая выгравирована внутри наших тел.

Эта схема отражена и в геологической летописи. Древнейшим многоклеточным ископаемым более 600 миллионов лет, древнейшим ископаемым четвероногим — меньше 400 миллионов лет, а древнейшим млекопитающим — меньше 200 миллионов лет. Древнейшему ископаемому, ходившему на двух ногах, около 4 миллионов лет. Что это — случайное совпадение или отражение закона биологии, работу которого мы наблюдаем повсюду изо дня в день?

Карл Саган однажды сказал, что смотреть на звезды — все равно что смотреть в прошлое. Достигающий наших глаз свет многих звезд начал свой путь миллионы и миллиарды лет назад, задолго до того, как возник мир, который мы знаем. Мне нравится думать о том, что смотреть на людей — во многом все равно что смотреть на звезды. Если знать, как смотреть, то наши тела оказываются капсулами с посланиями из прошлого, и, открывая эти капсулы, мы узнаем о важнейших этапах истории нашей планеты и о живых существах, населявших в далеком прошлом ее океаны, реки и леса. Изменения, произошедшие в древней атмосфере, дали клеткам возможность сообща строить многоклеточные тела. Условия древних рек во многом определили строение наших конечностей. Наше цветковое зрение и обоняние оформились под влиянием жизни в древних лесах и на древних равнинах. И этот список можно продолжать и продолжать. Эта история — наше наследие. Оно влияет на нашу жизнь и будет влиять на нее в будущем.

Как история нас достает

Однажды моя коленка раздулась до размеров грейпфрута, и одному из моих коллег из отделения хирургии пришлось долго мять и сгибать ее, чтобы понять, растяжение ли это, или разрыв одной из связок, или повреждение хрящевых прокладок внутри сустава. Этот осмотр и последовавшая за ним магнитно-резонансная томография выявили разрыв мениска — возможно, следствие двадцати пяти лет блуждания с рюкзаком по скалам и каменным осыпям. Повреждая коленный сустав, мы обычно повреждаем одну или несколько из трех его структур: внутренний мениск, внутреннюю боковую связку или переднюю крестообразную связку. Повреждения этих трех структур колен-

ного сустава случаются так часто, что врачи между собой называют эти структуры «несчастной триадой». Это яркое свидетельство того, что носить в себе рыбу не всегда приятно.

За то, что мы стали людьми, приходится расплачиваться. Мы платим определенную цену за обладание своим исключительным набором признаков — способностью говорить, думать, работать руками и ходить на двух ногах. Это неизбежное следствие заключенного внутри нас древа жизни. <...>

Во многом люди похожи на рыб, прошедших тюнинг, — как «фольксваген-жук» для участия в гонках. Возьмем план строения рыбы, переоборудуем его, чтобы получить млекопитающее, а затем постепенно модифицируем это млекопитающее так, чтобы оно могло ходить на двух ногах, говорить, думать и управлять тончайшими движениями своих пальцев, — и мы неизбежно столкнемся с рядом проблем. Передельывать рыбу, ничего не платя за это, можно лишь до определенных пределов. В мире, который был продуктом идеального замысла, а не долгой и непростой истории, нам не пришлось бы страдать от множества разных болезней, начиная с геморроя и заканчивая раком.

Нигде наша история не проявляется так отчетливо, как в изгибах, извилах и поворотах наших артерий, вен и нервов. Если проследить путь некоторых нервов, мы увидим, что они странным образом петляют вокруг определенных органов, следуя сначала в одном направлении лишь затем, чтобы потом причудливо изогнуться и привести в совсем неожиданное место. Эти изгибы и извивы представляют собой паразитальные порождения нашего прошлого, которые, как нам предстоит убедиться, нередко создают нам проблемы, например такие, как икота и грыжа. И это лишь два из многих примеров того, как прошлое дает о себе знать.

В разные времена наши предки жили в древних океанах, в мелководных реках и саваннах, но не в офисных зданиях, не на горнолыжных курортах и не на теннисных кортах. Мы не приспособлены для того, чтобы жить больше 80 лет, сидеть на ягодицах по десять часов в день и есть пирожные. Не приспособлены мы и для того, чтобы играть в футбол. Эти противоречия между нашим прошлым и нашим человеческим настоящим означают, что наши тела обречены нередко ломаться определенным предсказуемым образом.

У всех болезней, от которых мы страдаем, есть некоторая историческая составляющая. Примеры, которые мы сейчас разберем, покажут нам, как разные ветви заключенного в нас древа жизни, от микробов до рыб, амфибий и, наконец, древних людей, достают до нас из прошлого и сказываются на нашем здоровье. Каждый из этих примеров показывает, что мы не были устроены согласно некоему рациональному замыслу, но возникли в ходе долгой и непростой истории.

Наследие охотников и собирателей: ожирение, сердечные заболевания и геморрой

Наши далекие предки-рыбы активно охотились в древних океанах и реках. Предки чуть менее дальние, амфибии, рептилии и млекопитающие, тоже были активными хищниками и добывали разную добычу, от насекомых до рептилий. Предки, которые стоят к нам еще ближе, приматы, активно передвигались по деревьям и питались плодами и листьями. Древнейшие люди, в свою очередь, были активными охотниками и собирателями, а впоследствии занялись сельским хозяйством. Замечаете общую тему? Красной нитью через весь этот ряд проходит слово «активный».

К несчастью, большинство из нас проводит значительную часть дня в занятиях каких угодно, только не активных. В настоящую минуту я просиживаю зад, набивая на компьютере текст этой книги, а многие из вас делают то же самое, читая ее (за исключением тех немногих праведных, кто делает это во время упражнений в тренажерном зале). Весь ход нашей истории от

рыб до древних людей никоим образом не подготовил нас к такому образу жизни. Это несоответствие нашего прошлого нашему настоящему проявляется во многих недугах, свойственных современной жизни.

От чего люди чаще всего умирают? Четыре из первых десяти причин – сердечные заболевания, диабет, ожирение и инсульты — имеют и генетическую, и, по всей видимости, историческую основу. Почти несомненно, что эти проблемы во многом порождены тем, что наши тела приспособлены для жизни активного животного, а мы ведем образ жизни овощей.

В 1962 году антрополог Джеймс Нил рассмотрел эту проблему с точки зрения питания. Он сформулировал концепцию, известную как гипотеза «экономного генотипа». Эта концепция предполагает, что наши предки, древние люди, были приспособлены к жизни в условиях чередующихся бумов и спадов. Будучи охотниками и собирателями, они испытывали периоды временного изобилия, когда добыча была многочисленна и охота успешна, сменявшиеся периодами нехватки, когда еды удавалось добыть намного меньше.

Нил предположил, что этот цикл пиров и голодовок отразился на наших генах и на наших болезнях. Его основная идея состояла в том, что тела наших предков позволяли им накапливать ресурсы во времена изобилия, чтобы впоследствии использовать их в голодные времена. В связи с этим очень полезной оказалась способность накапливать жир. Наш организм распределяет энергию потребляемой пищи таким образом, что часть ее уходит на поддержание активности в настоящее время, а часть запасается, например в виде жира, для использования в будущем. Этот механизм успешно работает в мире бумов и спадов, но дает прискорбные сбои в условиях, когда высококалорийная пища доступна круглые сутки и круглый год. Ожирение и связанные с ним болезни — развивающийся с возрастом диабет, повышенное кровяное давление и многие сердечные заболевания — становятся обычным явлением. Гипотеза экономного генотипа правдоподобно объясняет также наше увлечение жирной пищей. Она особенно калорийна, то есть богата энергией, и врожденная склонность к такой пище могла давать нашим предкам преимущества перед теми собратьями, кто ею не увлекался.

Сидячий образ жизни тоже сказывается на нашем здоровье, потому что наша кровеносная система сформировалась у намного более активных существ, чем те, которыми мы являемся сегодня.

Наше сердце, как насос, прокачивает по телу кровь, которая доходит до наших органов по артериям и возвращается в сердце по венам. Артерии находятся ближе к сердцу, поэтому давление в них намного выше, чем в венах. Это обстоятельство затрудняет возвращение крови от ступней к сердцу. Кровь, которая поступает туда, должна возвращаться назад, так сказать, в гору, по венам наших ног и вплоть до грудной клетки, где находится сердце. Если давление в венах слишком низкое, у крови может не получиться пройти весь этот путь. У наших предков развились два признака, помогающих крови подниматься вверх. Во-первых, это небольшие клапаны внутри вен, которые пропускают кровь вверх, но препятствуют ей дороге обратно вниз. Во-вторых, это работы мышц наших ног. Когда мы ходим, бегаем или прыгаем, эти мышцы сокращаются, и их сокращение помогает крови подниматься вверх по венам.

Эта система превосходно работает у активных существ, которым ноги постоянно служат, чтобы ходить, бегать и прыгать. Но у тех, кто ведет сидячий образ жизни, она работает плохо. Если человек мало пользуется ногами, кровь застаивается в венах, и ее постоянное давление на клапаны может нарушать их работу. Именно это происходит при варикозном расширении вен. Нарушение работы клапанов еще больше способствует скапливанию крови в венах. Их стенки растягиваются, и вены раздуваются, образуя под кожей ног выступающую извилистую сеть.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Не меньшие проблемы происходят от сбоев этой системы в районе прямой кишки. Во время продолжительного сидения кровь застаивается в венах, окружающих прямую кишку. Застой крови вызывает расширение, разрастание и воспаление этих вен — неприятное напоминание о том, что мы не приспособлены к продолжительному сидению, особенно на жестких поверхностях.

Наследие приматов: речь достается недешево

Способность разговаривать досталась нам дорогой ценой. За эту способность мы расплачиваемся риском умереть от остановки дыхания во время сна или подавившись какой-нибудь пищей.

Мы издаем звуки, складывающиеся в речь, посредством управляемых движений языка, гортани и задних стенок горла. Все эти структуры возникли в результате несложных модификаций структур, свойственных другим млекопитающим, а также рептилиям. Человеческая гортань формируется на основе хрящей бывших жаберных дуг. Задние стенки горла, идущие от последних коренных зубов до участка непосредственно над гортанью, у нас мягкие и подвижные и могут смыкаться и размыкаться. Мы издаем звуки, двигая языком, меняя форму и положение губ и сокращая мышцы, управляющие жесткостью стенки горла.

Синдром ночного апноэ — внезапной остановки дыхания во сне — побочный эффект способности говорить. Во время сна мышцы человеческого горла расслабляются. У большинства людей их расслабление не вызывает никаких проблем, но у некоторых оно может приводить к тому, что доступ воздуха в легкие оказывается перекрыт и человек в течение довольно долгого времени не дышит. Этот синдром, разумеется, очень опасен, особенно для людей, страдающих сердечными заболеваниями.

Еще одно неприятное последствие устройства нашего речевого аппарата — повышенный риск подавиться и умереть от удушья. Наш рот ведет в трахею, через которую мы дышим, и в пищевод, куда поступает пища. Таким образом, мы дышим, едим и разговариваем через одно и то же отверстие. Между этими функциями иногда возникают противоречия, например когда в трахее застревают косточка или кусок пищи.

Наследие рыб и головастика: икота

Икота восходит своими корнями к истории, роднящей нас с рыбами и головастиками.

Если что-то и может нас утешить, так это то, что наше несчастье разделяют с нами и многие другие млекопитающие. У кошек можно искусственно вызвать икоту, стимулируя электродами небольшой участок ткани в стволовой части мозга. По-видимому, в этой части мозга и находится центр, управляющий сложной рефлекторной реакцией, которую мы называем икотой.

Рефлекс икоты представляет собой стереотипные повторяющиеся сокращения мышц, относящихся к стенке нашего тела, диафрагме, шее и горлу. Спазм одного или двух главных не-

рвов, управляющих дыханием, заставляет эти мышцы сокращаться. В результате происходит очень резкий вдох. Затем, около 35 миллисекунд спустя, в глубине нашей гортани смыкается голосовая щель, перекрывая верхнюю часть дыхательных путей. Быстрый вдох с последующим перекрыванием дыхания вызывает звук, похожий на «ик».

Беда в том, что нам редко удается икнуть лишь единожды. Если икоту получается остановить после пятого или десятого раза, у нас есть хорошие шансы, что она не возобновится. Но если пропустить этот момент, то икота продолжится и повторится в среднем еще шестьдесят раз. Некоторым из нас довольно быстро избавиться от икоты помогает вдыхание углекислого газа (классический способ дышать, засунув лицо в бумажный пакет) или распрямление стенки тела (за счет глубокого вдоха и задержки дыхания). Но многим и это не помогает. Иногда патологические приступы икоты могут быть необычайно долгими. Самый долгий известный приступ у человека продолжался непрерывно с 1922 по 1990 год. (Этого выдающегося человека звали Чарльз Осборн, и он занесен в Книгу рекордов Гиннеса, правда, там сказано, что икал он на год дольше, по 1991 год. — *Примеч. ред.*)

Склонность к икоте — еще один способ, которым наше далекое прошлое напоминает о себе. Нервный спазм — наследие наших предков-рыб, а сама реакция икоты возникла у наших предков-амфибий, личинки которых были похожи на нынешних головастиков.

Начнем с рыб. Наш мозг позволяет контролировать дыхание без малейших сознательных усилий с нашей стороны. Большая часть работы выполняется в стволовой части мозга, на границе между головным и спинным мозгом. Мозговой ствол посылает нервные импульсы главным дыхательным мышцам. Дыхание всегда происходит ритмично, по одной и той же схеме. Мышцы груди, диафрагма и гортань сокращаются в строго определенном порядке. Управляющая этими сокращениями часть мозгового ствола получила название «центральный генератор ритма». Этот участок мозга вызывает ритмичные нервные импульсы и, посредством этих импульсов, ритмичное сокращение мышц. Ряд других похожих генераторов, расположенных у нас в головном и спинном мозге, управляет другими ритмичными формами активности, такими, как глотание или ходьба.

Беда в том, что первоначально ствол нашего мозга управлял дыханием у рыб и лишь впоследствии был переоборудован, чтобы управлять дыханием наземных позвоночных. И у хрящевых, и у костных рыб определенный участок мозгового ствола обеспечивает ритмичное сокращение мышц глотки и жабер. Нервы, вызывающие сокращение этих мышц, идут из строго определенного участка мозгового ствола. Схема расположения этих нервов, свойственная современным рыбам, наблюдается уже у представителей одной из древнейших ископаемых групп позвоночных. Среди ископаемых остатков остракодерм в породах возрастом 400 миллионов лет имеются отпечатки мозга и черепно-мозговых нервов.

У рыб эта система работает прекрасно, но у млекопитающих дает сбой. Дело в том, что у рыб нервам, которые управляют дыханием, не приходится идти далеко после выхода из мозгового ствола. Жабры и глотка располагаются у них как раз по соседству с этим отделом мозга. У нас, млекопитающих, дела обстоят иначе. Нашим дыханием управляют мышцы стенки грудной клетки и диафрагма — мышечная перегородка, отделяющая грудную полость от брюшной. Сокращения этих мышц и вызывают дыхательные движения. Нервы, управляющие сокращением диафрагмы, выходят из нашего мозгового ствола ровно там же, где выходят нервы, управляющие дыханием у рыб, — в районе шеи. Эти нервы, блуждающий и диафрагмальный, проходят от основания черепа через шею и грудную клетку, достигая диафрагмы и грудных мышц. Этот извилистый путь вызывает проблемы. Если бы наше тело было построено по рациональному замыслу, эти нервы выходили бы не в области шеи, а где-ни-

будь поблизости от диафрагмы. А так, к прискорбию, любые препятствия, с которыми встречаются эти нервы на своем долгом пути, могут затруднять их работу и вызывать спазмы.

Если странная конфигурация наших нервов досталась нам в наследство от предков-рыб, то сама реакция икоты, по-видимому, восходит к нашим менее далеким предкам — амфибиям. Икота представляет собой особую форму дыхательных движений — за резким вдохом следует быстрое перекрывание голосовой щели. Икотой, судя по всему, тоже управляет центральный генератор ритма в мозговом стволе. Поэтому, симулируя его электрическими импульсами, можно искусственно вызвать икоту. <...>

Оказывается, наш генератор ритма, ответственный за икоту, ничем, по сути, не отличается от соответствующего генератора, имеющегося у амфибий. И не только у взрослых амфибий, но и у их личинок — головастиков, которые используют для дыхания как легкие, так и жабры. У головастиков этот генератор включается тогда, когда они дышат жабрами. В этом случае им необходимо закачивать воду в глотку и прокачивать ее сквозь щели наружу, но вода при этом не должна попадать в легкие. Чтобы не допустить проникновения воды в легкие, дыхательные пути перекрываются — сжимается ведущая в легкие щель. Вовремя закрывать эту щель сразу после начала вдоха позволяют нервные импульсы, посылаемые центральным генератором ритма в мозговом стволе. Реакция, аналогичная нашей икоте, позволяет головастикам успешно дышать жабрами.

Сходство между нашей икотой и жаберным дыханием головастиков столь велико, что многие исследователи полагают, что оба эти явления суть варианты одной и той же реакции. Жаберное дыхание у головастиков можно блокировать углекислым газом, как и нашу икоту. Блокировку жаберного дыхания можно вызвать и растяжением стенки тела, подобно тому, как мы останавливаем икоту глубоким вдохом с последующей задержкой дыхания. Может быть, мы бы остановили жаберное дыхание у головастиков и в том случае, если бы смогли заставить его выпить воду с дальнего края станка, низко наклонив голову.

Наследие акул: грыжи

Наша предрасположенность к грыжам, по крайней мере к тем из них, что возникают в области паха, вызвана тем, что наш организм представляет собой бывшее рыбье тело, превращенное в тело млекопитающего.

У рыб половые железы протянуты вдоль тела до его грудного отдела, заканчиваясь вблизи сердца. У млекопитающих это не так, и отсюда возникают проблемы. Но нам нужно, чтобы наши половые железы не заходили в грудной отдел и не располагались возле сердца. Если бы наши половые железы располагались в грудном отделе, мы бы не смогли размножаться.

Сделаем на теле акулы глубокий надрез от горла до хвоста. Первое, что мы увидим, будет печень — много печени. Некоторые зоологи считают, что огромная печень нужна акулам, чтобы увеличивать плавучесть. Если удалить печень, мы увидим половые железы, протянутые по телу до области возле сердца, в грудном отделе. Такое строение характерно для большинства рыб: половые железы протянуты вдоль тела в направлении головы.

Нас, как и большинство других млекопитающих, такое строение привело бы к беде. Особи мужского пола у млекопитающих обычно в течение всей своей жизни производят мужские половые клетки — сперматозоиды. Для формирования наших сперматозоидов требуются особые условия, в частности строго определенный диапазон температур. Лишь в этом диапазоне они могут нормально развиваться и прожить отведенный им срок — около трех месяцев. Если температура слишком высокая, они развиваются неправильно, а если слишком низкая — умирают. В связи с этим у млекопитающих мужского пола есть весьма эффективное устройство для контроля температуры — мошонка. Под кожей мошонки расположены мышечные волокна, которые в зависимости от температуры сокращаются или рас-

слабляются. Мышечные волокна есть также в стенках семенных канатиков, на которых подвешены половые железы. Сокращение всех этих волокон обеспечивает «эффект холодного душа»: когда холодно, мошонка уменьшается в размерах и прижимается к телу. Подъем и опускание мошонки происходят соответственно при снижении и повышении температуры. Этот механизм обеспечивает непрерывное производство здоровых сперматозоидов при разных условиях среды. Кроме того, болтающаяся мошонка самца служит у многих млекопитающих половым стимулом для самки. Таким образом, развитие мошонки принесло млекопитающим вполне ощутимые выгоды, как физиологические, связанные с вынесением половых желез за пределы стенки тела, так, в некоторых случаях, и поведенческие, связанные с успешным завоеванием партнерши.

Поскольку семенники (мужские половые железы) вынесены за пределы тела, сперматозоиды поступают в пенис окольным путем. Они выходят из семенников по семенным канатикам — которые идут вверх в направлении талии, огибают таз и проходят его насквозь, — а затем попадают в протоки, ведущие в мочеиспускательный канал. На пути сперматозоидов располагается ряд желез, секрет которых образует основу семенной жидкости — спермы.

Нелепое устройство мужской половой системы млекопитающих связано с нашим историческим и индивидуальным развитием. В начале своего развития в эмбрионе млекопитающего половые железы располагаются примерно там же, где у акул, — вверху, рядом с печенью. По мере роста и развития у женских особей они перемещаются из средней части туловища несколько ниже и оказываются возле матки и фаллопиевых труб. Такое строение позволяет сократить путь яйцеклетки от половой железы туда, где происходит оплодотворение. У мужских особей половые железы опускаются еще дальше.

Опускание наших половых желез, особенно у особей мужского пола, приводит к возникновению уязвимого участка стенки тела. Чтобы понять, что происходит, когда семенники и семенные канатики опускаются и выходят из тела в мошонку, представьте себе, что вы кулаком продавливаете резиновую пленку. Будем считать, что рука — это семенные канатики вместе с се-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

менниками (кулак соответствует семенникам). Под давлением кулака пленка прогибается и образует карман. Там, где раньше была ровная пленка, образуется дополнительная полость, в которой, у основания кулака, есть свободное место, которое может быть чем-то заполнено. Именно это и происходит при образовании многих форм паховой грыжи у мужчин. Паховая грыжа бывает врожденной — когда участок кишечника опускается у эмбриона вместе с семенниками и попадает в основание мошонки. Другая разновидность паховой грыжи — приобретенная. Когда мы напрягаем мышца живота, кишечник давит на стенку тела. Уязвимое место в районе мошонки делает возможным выдавливание участка кишечника в пространство по соседству с семенными канатиками.

Женщины далеко не так уязвимы, как мужчины, по крайней мере в этой части тела. У женщин здесь не проходят никакие длинные трубки, и брюшная стенка у них намного крепче, чем у мужчин. Это свойство оказывается особенно кстати во время беременности и родов, когда женский организм проходит суровое испытание на прочность. Здесь трубки, выходящие за пределы тела, могли бы создать серьезные проблемы. Мужчины же вынуждены мириться с повышенным риском паховой грыжи, расплачиваясь за те выгоды, которые дает нам перестройка рыбьего тела в тело млекопитающего.



skomm.ru
СНЕЖНЫЙ КОМ

Хорошие тексты
в достойном
оформлении

Узнавайте первыми
о новых книгах издательства!

Сообщество в Живом Журнале
snezhnycom
<http://snezhnycom.livejournal.com/snezhnycom>
новости, опросы, отзывы



Нереальные истории
от обладателя «Пушкинской премии»
Алексея Лукьянова
«Глубокое бурение»

Мерси Шелли, автор культового киберпанк-романа «Паутина», представляет его продолжение. «2048» — это роман, где будущее выглядит ещё более головокружительным и захватывающим.



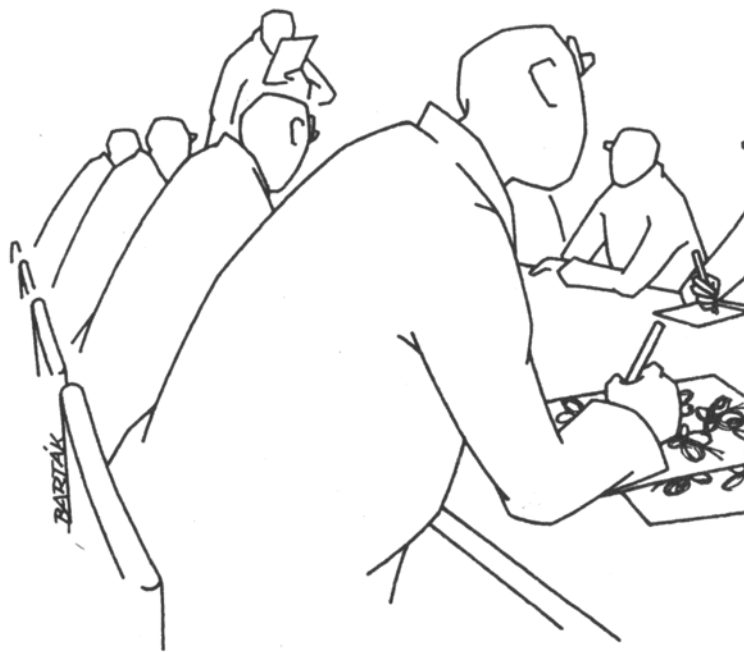
Химия в «расписании на завтра»

Е. Стрельникова,
учитель химии школы № 57,
Москва

Знакомство с «Фундаментальным ядром содержания общего образования» (см. «Химию и жизнь», 2010, № 8) утешает: химия как область знания из школьного расписания не выбрасывается. «Основные элементы научного знания в средней школе» включают в себя, пусть и небезупречный, раздел «Химия». Однако Фундаментальное ядро лишь задает вектор в изучении того или иного предмета. Конкретное распределение элементов содержания по годам изучения и темам, распределение часов на изучение каждой темы определяет учебная программа по предмету.

В пакет документов Стандарта второго поколения входят «Примерные программы основного общего образования». В новом Стандарте на них возложена гораздо более важная задача, чем в Стандарте 2004 года. Дело в том, что Фундаментальное ядро содержит перечень универсальных учебных действий, а вот специально-предметные действия, которыми должен овладеть ученик, там не указаны. Результат образования – это не только знание, но и умение его применять, совершать какие-то специфические для каждого учебного предмета действия. Эти виды действий и приведены в Примерной программе основного общего образования по химии (в 2004 году они были включены в Стандарт как Требования к уровню подготовки выпускников). Впрочем, Примерная программа по химии тогда тоже была. Интересно их сравнить, чтобы понять, в чем заключается новизна Примерной программы 2010 года.

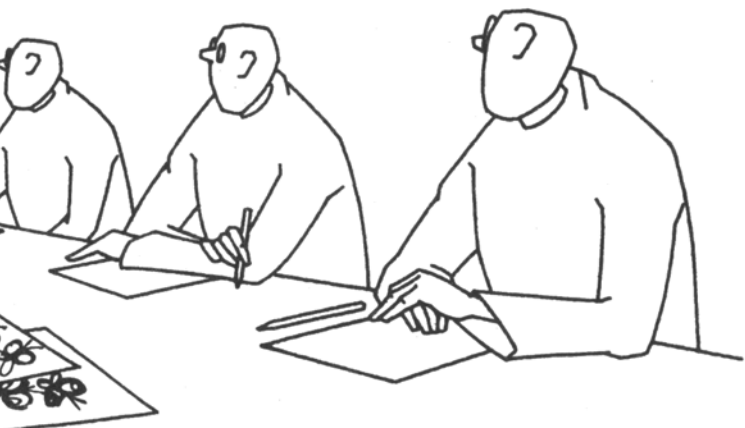
Начнем с пояснительной записки. В документе 2010 года она увеличилась в объеме в два раза! Как будто оплата шла построчно. И до чего же трудно читать этот разбухший текст! Смысл расплывается в потоке слов. Фразы построены неуклюже: *«В разных учебных курсах преобладают различные виды деятельности на уровне целей, требований к результатам обучения и основных видов деятельности ученика»*. Как это понимать — «различные виды деятельности на уровне основных видов деятельности»? Впрочем, «различные виды деятельности на уровне целей» ненамного лучше. Или еще: *«В примерной программе обозначено целеполагание предметных курсов на разных уровнях: на уровне метапредметных, предметных и личностных целей; на уровне метапредметных, предметных и личностных образовательных результатов; на уровне учебных действий»*. Караул! Что значит «обозначено целеполагание»? «Целеполагание» — это индивидуальный процесс постановки цели, он осуществляется учеником. Как этот процесс может быть «обозначен»? Обозначить можно цели, однако не факт, что ученик их при-



мет. А что такое «целеполагание на уровне целей»? Это не из тех ли квазинаучных текстов, которые генерировались с помощью компьютера, а затем публиковались в каких-то ваковских журналах, вызвав скандал в научном мире? Вроде каждое слово по отдельности имеет смысл, а все вместе...

Впрочем, местами смысл фраз вполне понятен. И тогда сразу возникают вопросы. Например, почему содержание четвертого абзаца на странице 4 повторяет содержание первого абзаца на той же странице? Кстати, этот повтор помогает увидеть, что других видов деятельности, кроме познавательной и коммуникативной, составители документа назвать не могут, но зачем-то упорно добавляют к этому более чем краткому перечню аббревиатуру «и т.д.». Когда это «и т.д.» появляется второй раз, начинаешь догадываться, что за ним ничего не стоит. Зато конкретизация учебных действий, преобладающих в предметах, с одной стороны, естественно-математического цикла, а с другой стороны, коммуникативного цикла (это русский и иностранные языки), вызывает новые вопросы. Для физики, химии и биологии в качестве основных предписаны умения *«характеризовать, объяснять, классифицировать, овладевать методами научного познания и т.д.»* («умение овладевать методами!»). А вот для русского и иностранного языков преобладающими названы *«умения полно и точно выражать свои мысли, аргументировать свою точку зрения, работать в группе, представлять и сообщать информацию в устной и письменной форме...»*. Такое искусственное деление представляется примитивным. Более того, оно противоречит программе формирования и развития универсальных учебных действий, в верности которой поклялись составители Примерной программы. Неужели умение полно и точно выражать свои мысли, аргументировать свою точку зрения не важно для обучения физике и химии?

А вот и интересные новшества Примерной программы, обозначенные в Пояснительной записке: 1) отказ от «концентрического» построения курса в пользу «линейного»; 2) возврат к структурированию предметного химического со-



держания по темам (так они обычно сформулированы в учебниках химии) от разделения его на «содержательные линии» (или «блоки» в терминах Стандарта 2004 года). Собственно, никакие это не новшества, а то самое «хорошо забытое старое».

Так, традиционное изучение всех предметов в советской школе строилось по «линейному» принципу, когда на протяжении нескольких лет постепенно вводились новые понятия, и лишь четвертая четверть последнего года обучения отводилась на повторение и обобщение всего изученного в предшествующие годы материала. Одним из следствий модернизации системы образования в 90-е годы стал переход к «концентрическому» построению курсов. Это значит, что к концу 9-го класса ученик знакомится с содержанием всего курса, например от истории Древнего мира до Новейшей истории, а в старших классах то же содержание рассматривает на более высоком теоретическом уровне. Для истории, которую изучают с начальной школы по 11-й класс, в этом, вероятно, и был смысл. Но на изучение химии отведено всего четыре года, и опытные учителя сразу поняли: вместить в первые два года все разделы химии невозможно даже на уровне поверхностного ознакомления. Однако модернизаторы руководствовались высшими соображениями: а вдруг ученик, завершив свое химическое образование в 9-м классе, так никогда и не узнает формулу этилового спирта?! Но теперь, после введения обязательного 11-летнего образования, «Штирлиц догадался», что «при концентрической модели курса 40% учебного времени использовалось неэффективно». Лучше поздно, чем никогда!

Что же касается деления всего содержания на «блоки», «содержательные линии» или «разделы», то это искусственное мероприятие, призванное придать видимость новизны интеллектуальному продукту (стандарту ли, программе ли). Почему-то кажется, что гидролиз выпал из Стандарта именно благодаря манипуляциям подобного рода.

Хотя Базисный учебный план еще не опубликован, но составление программы, хотя бы и примерной, невозможно без понимания того, на сколько учебных часов она должна быть рассчитана. В конце Пояснительной записки сказано,

что на освоение инвариантной части любой авторской программы отводится 105 учебных часов, а 35 часов автор программы может заполнить по своему усмотрению любым другим учебным материалом. Это означает, что в 8-м и 9-м классах на изучение химии отводится 2 часа в неделю, причем 75% этого времени занимает обязательный материал, включенный в Фундаментальное ядро. Теперь хорошо бы разобраться, осуществимо ли это.

Сравним «Основное содержание курса химии» 8—9-х классов 2010 года с программами 7 и 8 класса советских времен. Напомню, что нынешние восьмиклассники по возрасту и подготовке соответствуют дореформенным семиклассникам. Сравнить удобно еще и потому, что и тогда, и теперь на изучение этого курса отводилось два урока в неделю. Принципиальным новшеством стал перенос расчетов по уравнениям химических реакций (всем известные «расчетные задачи») в старшие классы под предлогом их сложности. В советские времена этот раздел изучался в 8-м классе (второй год изучения химии), а в 90-е годы перекочевал в тему «Первоначальные химические понятия» (первый год обучения). Никакой особой сложности в расчетных задачах нет, математический аппарат для их решения к 8-му классу вполне сформирован. Другое дело, что при двух недельных часах времени на изучение этого раздела просто не хватает. Вы спросите, почему в советские времена хватало, а теперь не хватает? А потому, что теперь в курс основной школы (8—9-й класс) включен ряд тем, ранее изучавшихся в старшей школе. Это «Электролитическая диссоциация» и раздел «Многообразие веществ», в который в кратком изложении включена химия элементов. В советской школе это была программа третьего года обучения.

В «Основном содержании курса» 2010 года химия элементов безбожно сокращена до общей характеристики металлов и неметаллов. Получается, что неорганическая химия — самый интересный учебный материал! — уходит из школьных учебников. Но по крайней мере, составители Примерной программы честны: при том времени, которое отведено в ней на химию, изучать серу, азот и прочее так, как это было в XX веке, не удастся. Кроме того, исключены (то есть перенесены в старшие классы) расчеты состава растворов. Понятие об обратимости химических реакций есть, а химического равновесия нет. Зато появились «Источники химической информации: химическая литература, Интернет», а в качестве «предметного результата освоения выпускниками основной школы программы по химии» названо: «оказывать первую помощь при отравлениях, ожогах и других травмах, связанных с веществами и лабораторным оборудованием». Будем надеяться, что это не более чем конъюнктурные декларации, и никто не заставит учителя химии на уроке проводить практические занятия по курсу ОБЖ.

Действительно, обучение решению расчетных задач возможно на любом этапе изучения химии, потому что на этой

теме не завязано понимание последующих разделов. Пожалуй, только эту тему можно безболезненно переносить с первого года обучения на последний. Но хватит ли на нее времени в 10-м или 11-м классе? При двух уроках в неделю – определенно не хватит. Ведь в советские времена в старших классах было три часа химии в неделю, а объем предметного содержания с тех пор вовсе не уменьшился. Наоборот, кое-что добавилось: закон Гесса, нуклеиновые кислоты, топливный элемент, аккумуляторы, средства защиты растений... Перечень неполон! Короче говоря, решительный перенос расчетных задач в старшие классы оправдан только в том случае, если твердо известно, что на химию в расписании будет отведено не менее трех уроков в неделю. И это в обычном, не профильном классе.

А что же с профильным обучением? Примерная программа основного общего образования по химии не обошла вниманием классы с углубленным изучением этого предмета. В документе приведено два типа тематического планирования уроков по химии: общеобразовательный курс (2 часа в неделю) и углубленный курс. И на изучение этого углубленного курса в 8-м и 9-м классе предполагается отвести... как вы думаете, сколько часов? – Пять уроков в неделю! Конечно, каждый учитель химии (а также и биологии, и географии) может только мечтать, чтобы ему выделили столько часов. Тогда-то он точно все успеет и так детей подготовит, что не стыдно будет за них ни на олимпиаде, ни на экзамене. Но здравый смысл охлаждает пыл. Пять недельных часов – это шестая часть всей недельной нагрузки. А предметов, кроме химии, не менее одиннадцати. Когда же их все изучать? Очевидно, увеличение нагрузки по химии произойдет за счет других предметов.

Может, в старших классах это и нормально. Но речь-то идет о первом годе изучения химии! Ученик еще не знает, что это за предмет такой, а уже вынужден ради него жертвовать другими предметами. Понятно, что это будет выбор родителей. Представим себе, что после первого полугодия восьмого класса ученик убедился, что не хочет изучать химию углубленно. Но он уже отстал от сверстников по другим предметам, которые изучал в усеченном виде. Переход в класс другого типа окажется проблематичным. Вероятно, придется самостоятельно догонять потенциальных одноклассников по истории или литературе. Хотим ли мы такой участи своим детям? На мой взгляд, углубленному курсу по любому предмету должен предшествовать общеобразовательный курс, чтобы ученик смог сориентироваться и осмысленно выбрать для себя «индивидуальную образовательную траекторию».

Самый потрясающий сюрприз, однако, мы обнаружим, сравнив тематическое планирование общеобразовательного курса и курса углубленного. Напомню, что на изучение второго отведено в 2,5 раза больше времени. Казалось бы, и объем содержания, подлежащего изучению, должен быть в два с лишним раза больше. Но нет! Первая тема курса, «Предмет химии», до точки совпадает в обоих вариантах тематического планирования, просто в углубленном курсе на нее отводится десять часов, а в общеобразовательном – восемь. На изучение второй темы («Первоначальные химические понятия») отводится соответственно 17 (углубленный курс) и 12 (общеобразовательный курс) часов. Правда, есть и содержательные различия. А именно в углубленном курсе предлагается изучать «Закон постоянства состава веществ. Первоначальные представления о веществах молекулярного и немолекулярного строения и о границах применимости законов. Основы номенклатуры бинарных соединений. Массовая доля химического элемента в сложном веществе». В общеобразовательном курсе этих тем нет. Но во-первых, на пять часов изучения эти элементы содержания не тянут. Во-

вторых, если без закона постоянства состава и массовой доли элемента в химическом соединении дальнейшее изучение химии возможно, то незнание номенклатуры бинарных соединений осложнит работу ученика, а незнание того, что не все вещества имеют молекулярное строение, вообще ставит под сомнение качество химического образования. В-третьих, в разделе «Характеристика основных видов деятельности ученика (на уровне учебных действий)» в двух вариантах планирования различий нет вовсе. Иными словами, что за 12, что за 17 часов ученики должны научиться одному и тому же. Например, вычисления массовой доли элемента в соединении (или, наоборот, состава вещества на основании массовых долей) ученики класса с углубленным изучением химии производить не обязаны. В чем тогда фишка с «углублением»?

Дальше картина та же вплоть до последнего раздела («Многообразие веществ», по сути, химия элементов). Этому разделу в планировании углубленного курса уделено на 120% больше времени, чем в общеобразовательном. Но и содержание тому соответствует. Поэтому не будем разбирать по косточкам минимальные различия в других разделах, не оправдывающие разницу во времени изучения. Лучше посмотрим, чего же лишаются «простаки», обучающиеся в общеобразовательном классе.

В теме «Оксиды» все различие двух вариантов планирования – это «Условия возникновения и прекращения горения», которые отсутствуют в общеобразовательной программе. Причем демонстрационный опыт, иллюстрирующий эти условия, есть в обеих программах. Значит ли это, что опыт показывают, но о нем не рассказывают? Нет, скорее это означает, что программы составлялись кое-как, наспех. Потому что можно успешно функционировать в различных областях деятельности, не зная, что такое «валентность», но вот условия осуществления и прекращения горения относятся к знаниям, наущно необходимым каждому. От пожаров никто не застрахован.

Точно так же и в теме «Кислоты и соли» общеобразовательной программы химических свойств солей нет, а опыт «Взаимодействие солей с металлами» есть. Есть опыт «Восстановление меди из оксида меди водородом», но нет термина «восстановление» среди элементов содержания. Есть «Взаимодействие кислот с металлами», но нет «Электрохимического ряда напряжений металлов». Может быть, подразумевается, что при изучении реакции металлов с кислотами нельзя не сказать об электрохимическом ряде напряжений металлов? Но тогда зачем этот пресловутый ряд отдельной строкой указан в программе углубленного курса? В ней на изучение темы «Кислоты и соли» отводится на 10 часов больше. Эти-то 10 часов и нужны для знакомства с электрохимическим рядом напряжений металлов, а также для получения «первоначальных представлений о восстановлении» и изучения «взаимодействия металлов с концентрированной серной и азотной кислотами», а «солей с металлами и кислотами». Не так уж и много для десяти лишних уроков, особенно если учесть, что не планируется никаких дополнительных умений по сравнению с учениками общеобразовательных классов.

А вот и серьезный принципиальный недочет: в программе общеобразовательного класса не вводится понятие «амфотерность». Но как без этого понятия изучать периодический закон, объясните мне, пожалуйста?!

Или еще. В теме «Химическая связь» предлагается демонстрировать ученикам модели различных кристаллических решеток, а ученикам «конкретизировать» — что бы это ни означало — понятие «кристаллическая решетка». Но вот в основное содержание темы понятие «кристаллическая решетка», равно как и вообще какое-либо понятие о строении

вещества, не входит. В программе углубленного курса оно есть. Но если в результате изучения химии ученик общеобразовательного не сможет объяснить, почему оксид углерода CO_2 газообразен, а оксид кремния SiO_2 тугоплавок и нерастворим, то зачем нам тогда все эти протоны, изотопы и электронные слои? Это похоже на детективный фильм, который прервали на самом интересном месте, заявив: «Досматривать нет времени». Строение атома — раздел физики. Если мы не собираемся показывать ученикам, как с помощью строения атома объяснить строение, а затем и свойства вещества, то пусть тогда строение атома изучается на уроках физики!

Похоже, что ученики общеобразовательных классов не обязаны устанавливать причинно-следственные связи между строением и свойствами веществ. Так, свойства металлов они будут изучать, не опираясь на знания о металлической связи. А электролитическую диссоциацию — без механизмов. То есть объяснения, почему одни вещества диссоциируют, а другие нет, им не предложат. Химия превращается в набор бездоказательных утверждений!

В программе углубленного уровня этих недостатков нет, зато есть другие. Об одном уже говорилось: в разделе «Характеристика основных видов деятельности ученика (на уровне учебных действий)» не указаны многие из специально-предметных действий, которым всегда обучали на уроках химии. Например, основное содержание по теме «Многообразии химических реакций» включает и «Закон Гесса», и «Факторы, влияющие на скорость химической реакции», и «Расстановку коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса», а также «Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье». Но в перечне основных видов деятельности ученика есть только:

1) «Наблюдать и описывать химические реакции с помощью естественного (русского, родного) языка и языка химии».

2) «Исследовать условия, влияющие на скорость химической реакции».

3) «Описывать условия, влияющие на скорость химической реакции». Значит ли это, что ученик класса с углубленным изучением химии не должен уметь производить термохимические расчеты, определять направление смещения химического равновесия и составлять электронный баланс? Было бы странно.

А теперь — тот же перечень для учеников общеобразовательных классов:

1) «Наблюдать и описывать химические реакции с помощью естественного (русского, родного) языка и языка химии».

2) «Исследовать и описывать условия, влияющие на скорость химической реакции». Кто-нибудь объяснит мне, в чем принципиальная разница?

Кстати, раз уж вспомнили о термохимических расчетах. Тепловой эффект химической реакции неразрывно связан с понятием «количество вещества», которое в Основное содержание курса 8—9-го классов, как мы помним, не вошло. А это значит, что производить расчет теплового эффекта по термохимическому уравнению реакции ученики (даже в классе с углубленным изучением химии) не смогут, да и само термохимическое уравнение не поймут. Рассчитывать, что понятие «количество вещества» введено на уроках физики, не приходится: там его изучают только в 10-м классе. Но и это не все! В теме «Химические реакции в водных растворах» появляется... «Первоначальное представление о водородном показателе»! И это без знаний о константе равновесия и логарифмах, которые изучаются на уроках математики в старших классах!



О примерном тематическом планировании можно продолжать говорить еще долго, но, кажется, и так все понятно. Сделано оно кое-как: основные идеи курса не выделены, межпредметные связи не продуманы, как, впрочем, и внутрипредметные, характеристика основных видов деятельности формальна, тематическое планирование углубленного курса перекроено из общеобразовательного второпях. Да что там, программу общеобразовательного курса поленились даже разделить на две равных по объему части! Если следовать предложенному планированию, то либо в 8-м классе нужно изучать химию 63 часа вместо 70 (а в девятом соответственно 77 часов вместо 70), либо начать в конце 8-го класса изучение периодического закона, а закончить его уже в 9-м классе. Но и то, и другое неприемлемо.

Несколько слов о последней части документа — «Рекомендациях по оснащению учебного процесса». Этот двухстраничный текст похож не на рекомендации, а на ответ студента на экзамене. Вместо конкретных перечней предлагаются очевидные для профессионала, а потому банальные утверждения: «Ознакомление учащихся с образцами исходных веществ, полупродуктов и готовых изделий позволяет получить наглядное представление об этих материалах, их внешнем виде, а также о некоторых физических свойствах»; «Обращение со многими веществами требует строгого соблюдения правил техники безопасности, особенно при выполнении опытов самими учащимися». И далее в том же духе. Нам говорят: «Экранно-звуковые пособия делятся на три большие группы: статические, квазидинамические и динамические», — а далее объясняют, чем одни отличаются от других. Но перечня пособий, необходимых для организации современного учебного процесса, не приводят. То же касается и остального оборудования. Есть только список из трех «таблиц постоянного экспонирования» и перечень «наиболее часто используемых реактивов и материалов». Видно, что этот перечень составлялся «по памяти», а не в результате анализа программы. Потому что в нем отсутствуют, например, хлорид бария и карбонаты! Возможно, и не только они, точно проверять не хочется.

А ведь перечень необходимого оборудования очень помог бы учителю в переговорах с администрацией об оснащении кабинета! Кстати, о необходимости кабинета химии и лаборантского помещения в документе тоже ничего не сказано. Если рассматривать этот текст как нормативный, то можно представить себе шкаф в учительской, в котором хранятся несколько баночек с реактивами и произвольное число колбочек-пробирок. Учитель со звонком хватает некоторые из них и спешит в кабинет, на стенах которого развешаны таблица Менделеева, таблица растворимости и ряд напряжений. Вот и все оснащение учебного процесса.

Пора подвести итоги. К сожалению, нам опять преподнесли текст непродуманный, сляпанный кое-как. Руководствоваться им в своей практической работе учитель не сможет. А зачем такой документ нужен?



Икра

Что такое икра? Икра, которую мы едим, представляет собой неоплодотворенные яйцеклетки, извлеченные из тела рыбы. Оплодотворение происходит уже в воде, откуда икру для пищевых целей не вылавливают. Каждая икринка — это одна клетка, что хорошо заметно на крупной икре лососевых рыб. Темное пятнышко внутри — клеточное ядро.

Красная и черная. Обсуждаемую здесь деликатесную икру мы привычно делим на красную и черную, или икру лососевых и осетровых рыб. Цвет ей придают мельчайшие пигментированные шарики в цитоплазме клеток.

Черную икру, содержащую пигмент меланин, мечут белуги, осетры и севрюги. Однако, несмотря на название, икринки у них не совсем черные. Самая ценная белужья икра имеет цвет потемневшего серебра, осетровая — коричневая или темно-бронзовая, и только у осетра она действительно черная. А суперделикатесом считается золотисто-янтарная икра белуги-альбиноса. Ее так и называют — «золотая икра». Некоторые знатоки утверждают, что у этого продукта исключительный вкус, другие же полагают, что золотая икра продается по 2000 долларов за 100 г только из-за своей редкости: белугу-альбиноса не каждый день встретишь и нерестятся они раз в несколько лет. Получается, чем светлее икра осетровых, тем она ценнее.

Икра лососевых рыб (кеты, горбуши, чавычи, кижуча и семги) окрашена каротином в разные оттенки оранжевого, а у нерки она темно-красного цвета.

Полезна и питательна. Независимо от цвета, икра содержит примерно один и тот же набор питательных веществ: около 30% белков, в которых много незаменимых аминокислот, и 10—13% легкоусвояемых жиров. В их составе много полиненасыщенных жирных кислот, а также сфинголипида лецитина. Эти вещества способствуют выведению холестерина из кровотока, уменьшают риск развития атеросклероза и образования тромбов и необходимы для полноценного умственного развития и роста детей.

Икра богата витаминами А, В, D и С и фолиевой кислотой, которая отвечает за здоровый вид кожи и предупреждает малокровие. В ней есть сера, калий, натрий, магний, кремний, цинк, железо, марганец и иод, но особенно много фосфора. В общем, икра содержит полный набор веществ, необходимых растущему организму, и неудивительно, что ее рекомендуют детям, кормящим мамам и всем тем, кто нуждается в усиленном питании. Но не только им полезна икра: фосфор и иод поднимают уровень серотонина, «гормона удовольствия», и стимулируют выработку мужского полового гормона тестостерона.

В черной икре содержание микроэлементов достигает 2%. Это больше, чем в красной, поэтому некоторые считают черную икру более полезной. Однако с этим продуктом нужно быть осторожным, а есть его каждый день просто вредно. В черной икре много пуринов, которые могут приводить к образованию камней в почках. Кроме того, икра — продукт соленый, что не всем полезно.

Как есть икру. Чаще всего икру намазывают на хлеб с маслом или начиняют ею блины. Некоторые гурманы полагают, что эти продукты прекрасно сочетаются, а другие утверждают, что бутерброд с икрой сводит на нет истинный вкус продукта, да к тому же плохо усваивается организмом. Да и о фигуре надо подумать: 100 г черной икры содержат 280 ккал, красной — 270. Это не очень много, но больше, чем в таком же количестве мяса средней жирности (120 ккал) или молока (70 ккал). Если добавить сюда калории масла, хлеба или блинчиков, угроза для талии становится ощутимой.

Поэтому икру едят без хлеба ложками (очень маленькими), предварительно охладив. Ее полагается подавать в стеклянной или хрустальной икорнице, поставленной на колотый лед. При этом икру не жуют, а раздавливают, прижав к нёбу, и лишь потом глотают. Можно положить икру горкой на половинку крутого яйца, такая закуска потянет всего на 60 ккал.

Со словом «закуска» у многих ассоциируется водка, но знатоки утверждают, что икра под водку не годится, этот деликатес шампанским запивают.

Зернистая, паюсная и ястычная. Парный орган, в котором находится икра, называется ястык. Это пленка и соединительная ткань, пронизанные кровеносными сосудами и обволакивающие икринки. Когда икринки полностью созревают, они легко отделяются от пленки и их засаливают в мелкой сухой соли. Такая икра называется зернистой.

Черную паюсную икру делают из свежей икры, которая еще не вполне созрела или икринки в ней неодинаковые и некрепкие. Ее солят прямо в ястыках, используя для этого солевой раствор — тузлук, нагретый до 40°C. Затем икру отжимают под гне-



том и освобождают от пленок. Она имеет вид однородной массы и предназначена в первую очередь для бутербродов; хранят ее не более восьми месяцев. Наилучшая паюсная икра — севрюжья или из смеси севрюжьей и осетровой икры.

Недозревшую икру осетровых, засоленную в ястыке и не отделенную затем от пленок, называют ястычной. Это вполне доброкачественный продукт, но по вкусу значительно солонее и несколько грубее зернистой и паюсной икры. Хранить его можно не больше месяца, поскольку из-за высокого содержания жира ястычная икра быстро окисляется.

Красная икра, в отличие от черной, бывает только зернистой.

Как выбрать икру. Если икра продается вразвес, ее можно попробовать. Естественно, она не должна быть кисловатой или прогорклой. Слишком плотная или, наоборот, слабая оболочка икринок говорит об их низком качестве. Зернистая икра рассыпчата и упруга, без крови и пленок.

Но чаще мы покупаем икру в банках, ее не попробуешь и не понюхает. Если банка стеклянная, убедитесь, что в ней нет жидкости, а икринки заполняют емкость плотно, без пустот и не прилипают к стенкам и крышке. Посмотрите на дату изготовления. Самая лучшая икра та, которую добывают во время нереста и сразу консервируют. (Лососевые рыбы нерестятся в июле—августе, осетровые — в мае.) Если дата неправильная, продукт произвели из замороженной икры, и он не так хорош.

Когда банка жестяная, только на дату нам смотреть и остается. Обратите внимание: цифры на крышке должны быть продавлены наружу. Если они продавлены внутрь, перед нами стопроцентная подделка.

Как икру консервируют. Икра, богатая питательными веществами, — подарок для микробов и очень быстро портится. До середины XX века существовал единственный способ ее консервации — посол, который задерживает развитие микробов и предохраняет икру от гниения. Чем больше в продукте соли, тем дольше хранится икра и тем хуже она на вкус, но менее 3,5—4% добавлять нельзя. В икре второго сорта соли может быть до 8%.

Чтобы увеличить срок хранения, к соленой икре добавляют антисептики: буру, борную или сорбиновую кислоту, уротропин вместе с растительным маслом. Однако даже с такими добавками она не хранится дольше года, поэтому с середины прошлого века засоленную икру пастеризуют, то есть прогревают несколько раз при умеренной температуре, достаточной для уничтожения микробов.

Что такое синтетическая икра. В 70-е годы прошлого века в СССР начали производство синтетической икры, которая должна была по вкусу напоминать икру лососевых и осетровых рыб. Первый продукт, созданный под руководством химика-органика, академика Александра Николаевича Несмеянова, назывался «Искра» (*искусственная икра*). В его состав входили белок куриных яиц, пищевой краситель, соль и ароматизатор из сельдевых рыб. Однако использование куриных яиц чревато заражением сальмонеллой, и на смену пришла другая технология, позволяющая получать красную и черную икру из смеси желатина с молоком и соевыми белками. Вкус продукту придавали все той же селедкой. Пытались добавлять в него экстракты из мяса ценных рыб, но такая «икра» долго не хранилась.

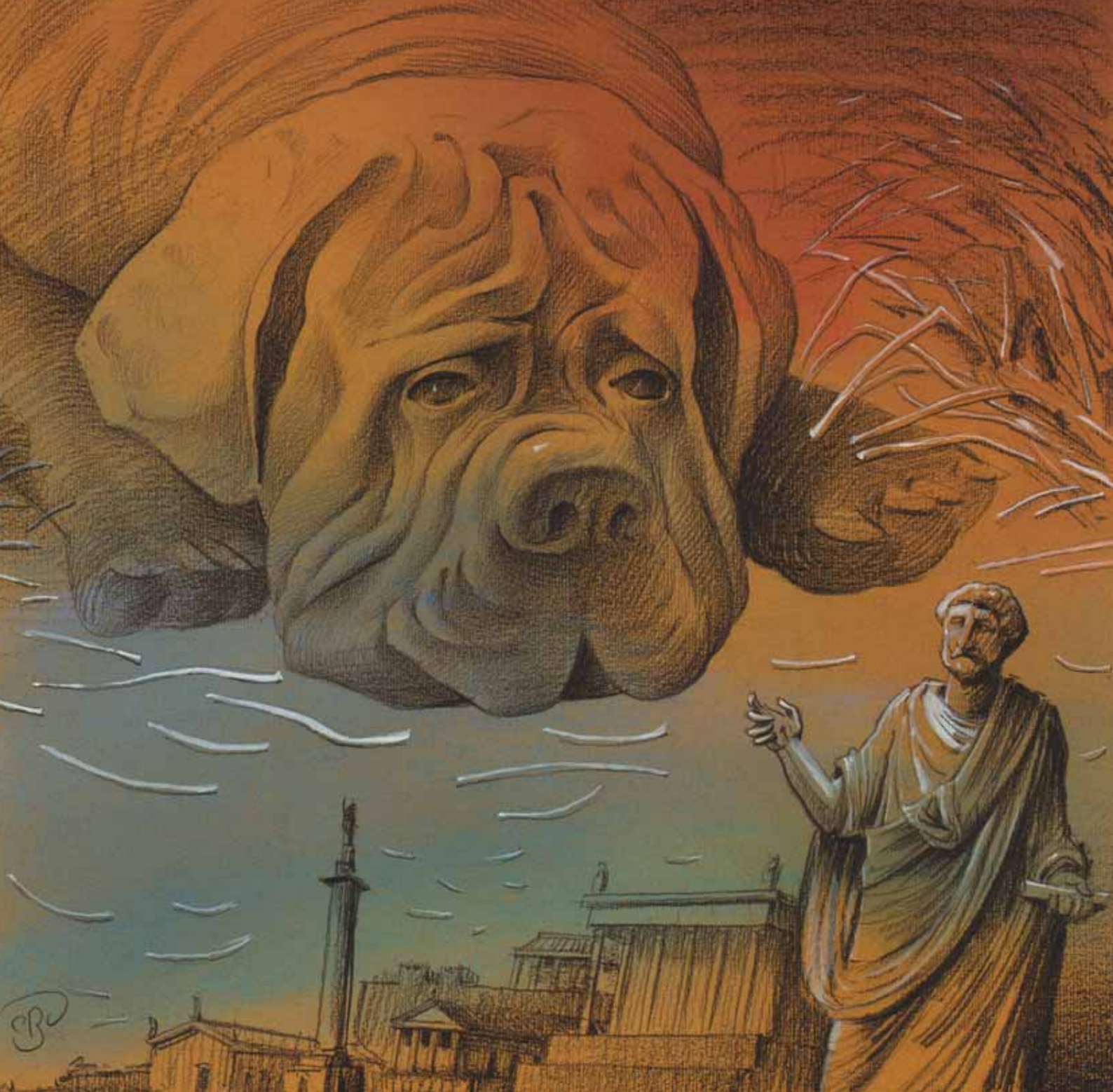
Сейчас разработаны и постоянно совершенствуются более вкусные и удобные для производства имитаторы, которые содержат рыбу и морепродукты, порой даже ценные. По своему внешнему виду такая икра очень похожа на настоящую, но по вкусу их не спутаешь. Настоящая икринка имеет плотную оболочку, жидкое содержимое и лопается во рту, а искусственная однородна и просто разжевывается.

Переоценка ценностей. Стоимость продукта зависит от его количества. Раньше икры в России было сколько угодно, еще в XVIII веке ее покупали бочками, дешевле было только сало. Осетров ловили в бассейне Волги, а красную икру приходилось возить из Сибири и Дальнего Востока, поэтому она ценилась выше. Но самой дорогой и редкой была икра щуки.

Икра у щуки белая, а при засолке приобретает янтарный цвет. Как и всякая икра, она богата белками, минеральными солями и витаминами, в том числе А и D, но жиров в ней не более 1,5%. Щучью икру самостоятельно солят многие рыболовы, это пока не считается браконьерством, однако любителям деликатеса следует опасаться дифиллоботриоза. Возбудитель этого заболевания — здоревенный ленточный червь, а заразиться им можно в том числе, поев щучьей икры. Чтобы избежать заражения, икру перед засолкой дважды хорошенько ошпаривают кипятком. На 1 кг икры кладут одну-две столовые ложки соли, перемешивают и убирают все в холодильник. Через 12 часов икра готова.

Н.Ручкина





Переход

Оксана Тесленко

«А может, не надо?» — Геннадий Андреевич остановился у обшарпанной двери. Его поднятая рука в нерешительности зависла над кнопкой звонка.

Зачем ему это? Ведь все есть: имя, заслуженное долгой и трудной жизнью в науке; известность в научных кругах; кафедра в университете, ученики, студенты, аспиранты; его учебники рекомендованы для преподавания истории древнего мира во всех вузах страны. Есть устоявшийся круг заклятых оппонентов и убежденных врагов, а это значит, что ему не только удалось сказать свое слово в исторической науке, но, что самое важное, оно услышано. Есть и вульгарные завистники, а это лучший индикатор успешности. Есть полный набор материальных атрибутов, соответствующих высокому социальному положению. Хотя сам он весьма непритворлив в быту: ему вполне хватило бы любимого рабочего кабинета, до потолка заставленного книгами, — только бы никто не грузил нудными домашними проблемами. Он хорошо зарабатывает для того, чтобы семья ни в чем не испытывала недостат-



ФАНТАСТИКА

ка, и вполне заслужил, чтобы его не дергали по мелочам. Есть практически все, чего можно добиться собственным умом и честным трудом. Чего же ему еще не хватает в жизни?

То-то и оно, что чего-то не хватает. Нет ко всему этому искры — живой, яркой, чтобы разжечь затухающий интерес к жизни и науке. Что-то потерялось в гонке за известностью и успехом...

Геннадий Андреевич решительно нажал на звонок.

Лязгнули, звякнули, громыхнули замки. Дверь, удерживаемая массивной цепочкой, приоткрылась, и в узкой щелке возник вопросительный глаз.

— Я — профессор Бибилов, — почему-то виноватым голосом сообщил глазу Геннадий Андреевич и, будто бы оправдываясь, добавил: — Мне назначено.

Дверь захлопнулась. Профессор растерянно посмотрел на звонок, но прикоснуться к нему еще раз не хватило смелости.

Вот и славно! Вот все и решилось!.. Геннадий Андреевич уж было приготовился припустить вниз по лестнице, как нашкодивший мальчишка, но за дверью вновь что-то задрезбужало, щелкнуло, и на пороге возник небольшого роста мужчина в явно неновом спортивном костюме.

— Проходите, профессор! — пригласил он. — Я — Олег Митрофанович, — представился хозяин, поняв замешательство гостя.

Действительно, Геннадий Андреевич несколько смутился: совсем не таким он представлял себе человека, которому решил довериться в весьма рискованном предприятии. В хозяйине не было ни отрешенной загадочности мастера оккультных наук, ни солидности ученого, ни сосредоточенности инженера. Больше всего он походил на деловитого снабженца или жуликоватого завкладом: кругленький, плотненький, с широкой сладкой улыбкой, какой-то весь блестящий и сдобный, как булочка-марципан из университетского буфета.

— Вы в курсе, как все будет происходить? — уже в комнате спросил Олег Митрофанович, которого профессор тут же мысленно окрестил Олегом Марципановичем.

— Алексей рассказывал. Приблизительно...

Покой и сон Геннадий Андреевич потерял сразу после того, как прошла защита кандидатской диссертации его аспиранта Леша.

Леша был парнем старательным и не лишенным способностей, но совершенно без воображения и особой интуиции, необходимой настоящему ученому. Поэтому его работа над темой продвигалась медленно и скучно. До одного момента несколько месяцев назад. Геннадий Андреевич этот момент почувствовал, но даже предположить не мог, какова причина такой разительной перемены в его ученике. Диссертацию по эпохе правления династии Птолемеев Леша написал весьма и весьма интересно. Доклад на защите звучал так живо и увлекательно, будто диссертант сам побывал в Древнем Египте и лично знаком с каждой из семи цариц Клеопатр. Члены ученого совета слушали доклад с открытыми ртами. Оппоненты, традиционно развлекающие почтенную публику на защитах,

на этот раз выглядели бледно и неубедительно. Геннадий Андреевич чувствовал, что такой успех ученика должен иметь какое-то рациональное объяснение.

Загадочные попытки Леша уйти от разговора на эту тему укрепляли подозрения. И только на банкете по случаю защиты, когда непривычный к алкоголю Алексей слегка потерял над собой контроль, профессору удалось вытянуть из него правду. Она оказалась простой и абсолютно иррациональной: Леша действительно побывал в Древнем Египте и действительно видел тех самых цариц. Правда, не всех, а только пятерых.

Как нормальный здравомыслящий человек и серьезный ученый, профессор сначала принял рассказ ученика за фантазию, разыгравшуюся под влиянием волнения и крепких напитков. Но Леша пообещал поговорить с каким-то своим родственником, точнее, с дядюшкой. Он-то и испытывал на племяннике свое изобретение. В общем, Леша пообещал организовать учителю путешествие во времени. И слово сдержал.

Конечно, это была авантюра, опасная и с непредсказуемыми последствиями. Конечно, Геннадию Андреевичу не просто было решиться на такое. Но он чувствовал, что упустить столь фантастический шанс не имеет права. Чувствовал, что в последнее время стал терять с таким трудом завоеванные позиции, повторяет собственные же ранние работы, дробя и перемалывая их в жалкие статейки. Нужно срочно получить доступ к новым идеям. Обрести утраченное вдохновение. Если все это правда, то он сможет увидеть Древний Рим, пока ученые коллеги додумывают и реконструируют его по мере своей фантазии, выковыривая из земли жалкие фрагменты, обломки, осколки, песчинки, пылинки былого величия Вечного города.

А вот узнать у Алексея о технике перехода Геннадий Андреевич не додумался. Поэтому на вопрос Марципановича ответил уклончиво:

— Представляю в самых общих чертах. Но хотелось бы знать поподробней. (А про себя добавил: «Во что я впутываюсь!»)

Марципанович принял торжественную позу, глубоко вдохнул и объявил:

— Надеюсь, вы понимаете, что перемещение материальных тел во времени — это абсолютная безответственность и полный нонсенс, выдуманный авторами так называемой научной фантастики для развлечения публики. Даже если бы можно было найти техническое решение для таких переходов, это было бы смертельно опасно для цивилизации!

— Как бабочка у Брэдбери? — вспомнил Геннадий Андреевич. На какой-то момент он почувствовал себя студентом-первокурсником на лекции.

— Вот! В том-то и дело, что на несчастное насекомое совершенно напрасно повесили обвинение в искажении исторического хода событий. Сам факт проведения такого сафари в историю неизбежно нарушил бы равновесие между прошлым и будущим и имел бы весьма серьезные последствия. При переходе белкового тела во времени нарушаются законы сохранения энергии и вещества. А это, в свою очередь, может привести к искривлению времени. Результат для человечества может быть — от ужасного до фатального! — Марципанович вдруг унял пафос и критически посмотрел на профессора. — И вообще, как, по вашему мнению, отнесутся... Куда вы мечтаете попасть?

— В Древний Рим, Рим Счастливой эпохи. Время правления императора Адриана.

— И что скажут счастливые древние римляне, увидев на улице своего города вот такого господина в академическом костюме с галстуком, да еще и говорящего по-русски?

— Я в совершенстве владею латынью и древнегреческим, — с достоинством объявил Геннадий Андреевич. Про то, что в портфеле у него лежит взятая напрокат в театральной костюмерной римская тога и сандалии на веревочках, он решил умолчать.

— А очки? Как вы намерены объяснять древним происхождение сего предмета?

Это вопрос! Если оставить очки здесь, то как и что можно увидеть там?

— Ладно. Так мы плавно подходим к сути моей методики. — Марципаных расправил узкие плечи и, как смог, подтянул животик. — А суть перехода заключается в обмене тонкими энергетическими телами между биологическими объектами заданного прошлого и настоящего через портал в шестом измерении. — Он застыл в театральной позе, будто ожидая оваций.

Но их не последовало. Единственный слушатель сидел в тихой прострации и, совершенно очевидно, мало что понимал. Марципаных вздохнул и продолжил:

— Проще говоря, ваше тело остается здесь, в этой комнате, на этой кушетке, а так называемая душа отправляется в Рим Счастливой эпохи и бережно помещается в тело древнего римлянина, душа которого встречным курсом, соблюдая все физические законы равновесия, аккуратно заселяется в это тело. — Он ткнул пальцем в профессора, как в уже неодушевленный предмет. — Изящное решение, как вы находите?

«Я нахожу, что я болван и самонадеянный осел», — подумал профессор.

Теперь самое время встать, вежливо распрощаться, передать привет племяннику Алеше, уйти и забыть об этом сумасшедшем бреде. Но Геннадий Андреевич продолжал сидеть, как привязанный к стулу, а тем временем Марципаных уже переместился к жестяному ящику в углу комнаты.

— Это аккумулятор эпсилон-энергии, — сказал он. — Его заряда хватает на то, чтобы держать портал открытым в течение суток плюс-минус один час. А вот это — компьютер, управляющий генератором перехода. В какой год, говорите, вы хотите попасть?

— В сто восемнадцатый нашей эры.

— Чудесно. Место? Ах да, Рим... Сейчас сверимся с Google Earth. В этом деле очень важно с максимальной точностью задать координаты места. Вот историческая часть города, где-то здесь должен был размещаться дворец императора. Правильно? Вы же хотите увидеть императора?

— А попасть в белковое тело императора я могу? — неожиданно для себя спросил Геннадий Андреевич.

— Теоретически — да, хотя вероятность такого события ничтожно мала. Разве что нам удастся угадать координаты точки, в которой император окажется в момент перехода. Но только зачем? Это уже будет не император, а вы, но с другим отражением в зеркале. Да и ответственность, знаете ли... Не забывайте об ответственности! От вас потребуются предельная осторожность! Любое неловкое вмешательство в исторический ход событий может навредить человечеству. Помните: вы можете быть только наблюдателем... Перебирайтесь на кушетку, устраивайтесь поудобней, я сделаю вам укольчик. Снотворное, обычное снотворное! — успокоил он готового возмутиться профессора. — Исключительно из соображений гуманности по отношению к тому древнему римлянину, который предоставит вам свое тело. Подумайте, каково ему будет внезапно оказаться в нашем времени?

Геннадию Андреевичу пришлось согласиться — даже после инструктажа его психика с трудом справлялась с услышанным. А неподготовленный человек может просто сойти с ума. В общем, он послушно подставил руку для укола.

«Попался, голубчик!..» — мягко скользнуло в затухающем сознании профессора.

Веер тонюсеньких солнечных лучей пробивался сквозь щели в двери и скупо освещал убогую комнату. Геннадий Андреевич осмотрелся: он лежал, свернувшись калачиком, на куче соломы.

«А если это тюрьма и я в ней заключенный?» — с ужасом подумал он.

Да, более обидного и нелепого путешествия во времени придумать было невозможно! Если, конечно, Марципаных не шутил и это действительно прошлое.

Вдруг он почувствовал рядом с собой тихую возню и шебуршение. Что-то запищало. Крысы! Геннадий Андреевич рванулся отскочить, но у него ничего не получалось. Не удалось даже сесть. Тело не хотело слушаться. Только этого не хватало! Может, еще не привык? Он потянулся к пятну света, чтобы рассмотреть руки своего временного тела.

А рук-то и не было! И ног тоже не было! На их месте профессор увидел покрытые короткой и жесткой светло-палевой шерстью собачьи лапы. Геннадию Андреевичу стало плохо. Очень плохо. Так, что захотелось завывать.

— Бегу, уже бегу! — услышал он скрипучий старческий голос. — Ну что же ты так расшумелась, принцесса? Кушать хочешь, знаю. Я принес твоё любимое лакомство, — произнес голос на плохой латыни.

Только благодаря врожденной интеллигентности Геннадию Андреевичу удалось удержаться, чтобы не укусить подошедшего к нему старика.

— Ну что же ты отворачиваешься, дорогая? Это же твоя любимая печень ягненка.

Профессор застонал.

— Ну, не надо скулить, надо хорошо кушать. Тебе же кормить щенков.

Так вот что это возилось и беспрестанно пищало в соломе! Крошечные слепые щенята. Ко всему еще и это... Гора нелепостей громоздилась все выше и круче. Геннадий Андреевич понял, что у него больше нет сил переносить эти потрясения. Он положил голову на длинные крепкие лапы и закрыл глаза с твердым намерением не открывать их ближайшие сутки плюс-минус один час.

Тем временем старик ушел, кряхтя и охая. Стало относительно тихо, только голодные щенки, повизгивая, беспрестанно тыкались влажными мордами в бока профессора.

Вдруг с улицы долетел обрывок фразы, сказанной громким, привычным повелевать, голосом:

— Хоть пахнет от мозгов белых павлинов, но чтобы она была сыта и бодра!

Уже знакомый старческий голос что-то виновато пробормотал в ответ. Дверь распахнулась. В помещение стремительно вошел высокий человек в изящно драпированном плаще-паллии, заколотом на плече драгоценной фибулой. Геннадий Андреевич испуганно дернулся и попытался забиться в угол. Но вошедший опустился на колени рядом с ним и ласково погладил по голове.

— Что с тобой, девочка? — жарко зашептал он в собачье ухо. — Ты не можешь так со мной поступить! Весь Рим замер в ожидании, кто из моих приближенных удостоится чести получить твоих щенков. Обещаю тебе — это будут лучшие люди империи! Ты должна вырастить мне настоящих молосских собак — сильных и здоровых. Девочка, ну пожалуйста...

Профессор не мог слушать эту чушь. Он тоскливо смотрел в открытую дверь, где сиял белым мрамором угол дворца античного вельможи. Античное солнце играло бликами на розовом гравии парковых дорожек. Над клумбой с античными цветками, совсем такими же, что разводила на даче в Полунине его жена, порхали яркие субтропические бабочки. Из-за пышных кустов донесся весьма неблагозвучный крик античного павлина...

Профессору стало страшно: а вдруг этот античный самодур, который сейчас лезет к нему с нелепыми ласками, изведет на паштет крошечные мозги целого стада редчайших павлинов-альбиносов для улаживания своей любимой собаки и после

этого дальнейшая история пойдет вкривь и вкось? Если современность получит других президентов, это еще ничего, возможно, даже к лучшему. А вот если он сам, профессор Бибииков, в измененной действительности окажется каким-нибудь торгашом на вещевом рынке? Или Марципаных за несанкционированные опыты над людьми уже отдыхает за решеткой, а не дежурит у открытого портала?

Профессор нервно вздрогнул и потянулся к миске собачьей едой.

— Вот и умница, Каллиста! Разве же можно было так пугать папочку?

Геннадий Андреевич едва не подавился печенкой. Так вот что это за собака! Любимая молоска императора Адриана! А это означает... что сам великий император сейчас стоит перед ним на коленях, гладит по голове и шепчет на ушко всякие глупые нежности!

Увидев, что его Каллиста поела и теперь жадно припала к плошке с водой, император на цыпочках, дабы не потревожить выздоравливающую, выскользнул из комнаты. Геннадий Андреевич перевел дыхание. В соломе продолжали пищать голодные щенки.

Щенки... Выходит, это не просто маленькие собачки, а большая политика. И сейчас от воли Геннадия Андреевича зависит, смогут ли они пережить эти сутки и дожждаться своей матери живыми и здоровыми. А потом указать Великому Риму, кто из приближенных императора нынче в фаворе. И сейчас здоровье щенков стало личной ответственностью профессора перед историей. Но как спасать щенков, он совершенно не представлял. Поэтому перевалился на бок, открыв малышам переполненные молоком соски, и зажмурился: будь что будет.

Слепышей не пришлось долго уговаривать — они быстро нашли дорогу к еде. И как только первый щенок деловито ухватился нежными губами за сосок, прижал его шершавым язычком, уперся лапками в материнский живот и радостно зачмокал, профессора внезапно охватило такое чувство... Ничего подобного, с чем можно бы сравнить эти ощущения, в его жизненном опыте никогда не было. Он лежал, боясь пошелохнуться, чтобы не спугнуть то светлое, животное счастье, которое наполнило крепкое тело молосски Каллисты и тонкое энергетическое тело Геннадия Андреевича. И только когда последний щенок, насытившись, выпустил сосок, профессор понял, что сейчас лопнет от избытка чувств. И неожиданно для себя лизнул ближнего малыша. Опасливо оглянувшись, не подсматривает ли кто-нибудь, а потом вылизал одного за другим всех шестерых щенков — от теплых, пахнущих молоком мордашек до мохнатых тугих животиков. И только после этого, утомленный необычностью пережитых эмоций, но чрезвычайно удовлетворенный, позволил себе задремать чутким сном. В любую секунду он был готов стать на защиту своих щенков и порвать любого, кто осмелится хотя бы недобро на них взглянуть.

Несколько раз за этот трудный и счастливый день старый раб выводил его на прогулку в императорский парк. Сквозь пряный аромат цветов и хвои профессор чутким носом молосски улавливал запахи большого города — дыма, навоза, пыли. Профессор вполне освоился с ходьбой по-собачьи и уже почти не путался в очередности переставления лап. Он чувствовал, что ему ничего не стоит перемахнуть через изгородь и оказаться посреди настоящего Древнего Рима. Но почему-то этого совсем не хотелось. Что особенного в том городе? Он существует уже столько столетий и проживет еще столько же. А древние римляне — чем они замечательны? Так же уверены, что находятся на вершине, бьются в плену вечных проблем, вперед способны видеть не больше чем на время жизни своих детей, максимум — внуков. Да профессор знает о них почти на две тысячи лет больше! А вот щенки... Эти шесть крошек необъяснимо и непреодолимо манили его в полутем-



ФАНТАСТИКА

ный флигель императорского дворца. Ему было жаль каждой минуты этих суток, проведенной вдали от них. А сутки неслись к завершению так быстро, как может заканчиваться только самое лучшее в жизни.

Профессор открыл глаза.

Над ним склонилось заметно осунувшееся, посеревшее лицо Марципаныха. Оно совершенно утратило гладкость и сдобный блеск и сейчас больше всего напоминало заплесневелый сухарь.

— Профессор, это вы? — спросил Марципаных сдавленным шепотом.

— Олег Митрофанович, а это вы? — тоже шепотом ответил удивленный Геннадий Андреевич.

— Слава всем богам, вы вернулись! — Трясущимися руками Марципаных стал развязывать бинты, жгуты, веревки, которыми профессор был прикручен к кушетке. — Вы просыпались... Ваше тело... Вы- вырывалось... И таким голосом!.. Эти звуки... — Он вдруг спохватился: — Как вы себя чувствуете?

— Отлично. Видел императора Адриана.

— А почему?.. Ну, в общем...

— У нее там остались дети. Совсем маленькие дети.

— У кого — у нее? — Марципаных выглядел сильно озадаченным.

Геннадий Андреевич оделся и, слегка покачиваясь, двинулся в прихожую. Марципаных шел следом и уже у дверей быстро заговорил:

— Я вас очень прошу! Видимо, технология требует усовершенствования. Мне надо многое переосмыслить. Вы никому не говорите о том, что я... что вы... Ну, в общем, никому и ничего не рассказывайте. Обещаете? — и заискивающе посмотрел в глаза профессору.

— Можете не сомневаться — никогда и никому!..

Город полыхал осенними красками. По тротуарам спешили люди — каждый со своими насущными проблемами и заботами. Нервно дергались в пробке разноцветные автомобили.

Геннадий Андреевич шел по улице, широко размахивая портфелем. Брать такси или пользоваться услугами общественного транспорта совершенно не хотелось. Давненько ему не приходилось так гулять — неторопливо, осматриваясь по сторонам, подбивая ногами опавшие листья, до которых еще не успели добраться проворные дворники.

Жаль, что он так и не нашел времени понянчить дочку. Ее уже не приласкаешь, не усадишь себе на колени, не сделаешь козу: выросла девочка. У нее своя семья, своя жизнь, свои интересы, неведомые родному отцу. Но уж когда появятся внуки, Геннадий Андреевич своего, дедовского, не упустит!..

Да, и еще надо будет непременно спросить у жены, как называются те ее античные цветы на даче.



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Армия молодых негодяев

Как пишет Л. Н. Гумилев, некогда в империи Хань решили сформировать армию не по призыву, а из преступников и вообще излишне агрессивных людей — их еще называли «молодые негодяи». Всем было хорошо: буйную молодежь отправляли подальше с глаз совершать подвиги и в метрополии никто не мешал приличным людям писать стихи, слушать песни и потреть горячительные напитки. Однако через некоторое время эти негодяи в силу естественного продвижения по службе заняли высшие командные посты и стали проявлять свой дурной нрав, возглавляя бунты. После нескольких неудач «молодые негодяи» окончательно победили и объединили Китай под властью солдатской династии Цзинь. По мнению историков, нравы в ней царили не самые приятные. Оказывается, начало подобного процесса можно наблюдать в профессиональной армии США, да и не только в ней.

В свое время, дрогнув перед волной критики за вьетнамскую войну, президент Джонсон отменил в США всеобщую воинскую повинность, и вот уже более тридцати лет американская армия формируется на контрактной основе. Кто же сейчас идет туда и зачем молодой человек выбирает военную стезю в обществе равных возможностей? Ответ на этот вопрос искали Глен Элдер-младший с коллегами из университета Северной Каролины, изучив личные дела военнослужащих («Social Science Quarterly», опубликовано в Интернете 6 апреля 2010 года, doi: 10.1111/j.1540-6237.2010.00702.x). Он оказался таким: в армию идут бедняки, которые к тому же плохо учились, а стало быть, не могут конкурировать со сверстниками за рабочие места. Зато во время учебы их, как правило, отличали плохое поведение и повышенная агрессивность, выход которой они давали, посещая секции единоборств. Военная служба позволяет таким людям найти приложение своим способностям. Это, конечно, еще не армия «молодых негодяев», но определенное сходство прослеживается.

С. Анофелес

Пишут, что...



...предложено несколько численных моделей, которые описывают образование, орбитальную эволюцию и пространственное распределение мусора, возникающего в результате распада космических аппаратов («Астрономический вестник», 2010, т. 44, № 3, с. 259—272)...

...госкорпорация «РОСНАНО» до конца года разработает свыше 20 стандартов, по которым будет определяться нанопродукция и выдаваться разрешение на товарные знаки с элементом «нано» («Изобретатель и рационализатор», 2010, № 6, с. 9)...

...экспериментальная проверка с плацебо-контролем показала, что диета, исключая зерновые и молочные продукты, не улучшает состояние детей с диагнозом «аутизм» («New Scientist», 2010, № 2766, с. 42—45)...

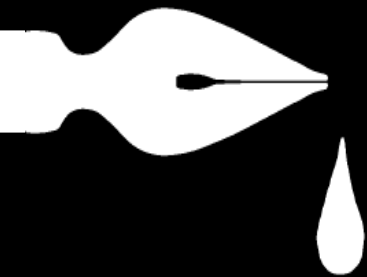
...то, что у мастеров спорта при увеличении физической нагрузки кровь закисляется медленнее, чем у спортсменов-любителей, возможно, не связано с локальной мышечной гипоксией («Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова», 2010, т. 96, № 5, с. 539—544)...

...анализ ДНК, который остался на надкушенном куске пищи, изобличил преступника, убившего в середине 80-х по меньшей мере десять женщин («Science», 2010, т. 329, № 5989, с. 262)...

...мамонту помогали переносить холод три аминокислотные замены в молекуле гемоглобина («Nature Genetics», 2010, т. 42, № 6, с. 536—540)...

...запатентована система демонстрации видеоматериалов вдоль пути следования скоростного транспорта, например в тоннелях метро, использующая инерционность человеческого глаза («Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность», 2010, № 7, с. 70)...

...крыса определяет направление на источник запаха, сравнивая «сигналы», поступающие в левую и правую ноздрю («Proceedings of the National Academy of



Sciences», 2010, т. 107, № 27, с.12363—12368)...

...поодиночке муравьи плохо держатся на водной поверхности, но, сцепившись лапками, образуют комок легче воды, который успешно всплывает («Physics Today», 2010, т.63, № 6, с.62—63)...

...у зябликов Куршской косы обнаружено 22 типа песен, что может свидетельствовать о генетической разнородности популяции («Вестник Московского университета», серия 16 (биология), 2010, № 2, с.40—45)...

...не существует экспериментальных доказательств умственного превосходства воронов над другими врановыми птицами («Журнал высшей нервной деятельности», 2010, т.60, № 3, с.321—329)...

...в пустыне на юге Перу найден череп древнего кашалота, жившего в миоцене, которого назвали *Leviathan melvillei* — левиафаном Мелвилла («Nature», 2010, т. 466, № 7302, с.105—108)...

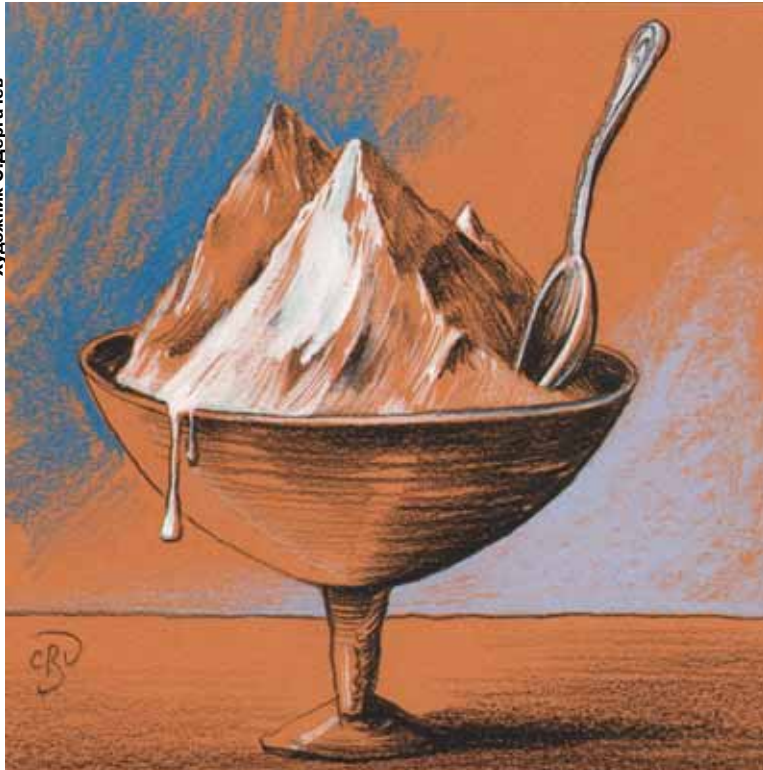
...теоретически возможно создать условия, в которых старение организма будет нулевым («Радиационная биология. Радиоэкология», 2010, т.50, № 3, с.300—303)...

...хотя ПДК свинца в почве составляет 32 мг/кг, количество 25 мг/кг нельзя считать безопасным, так как при этой концентрации свинец поступает в зерно пшеницы («Агрохимия», 2010, № 6, с.69—72)...

...завершилось восстановление деревянного купола Троицкого собора в Санкт-Петербурге («Лесной журнал», 2010, № 2, с.147—153)...

...запах синтетического женского феромона человека привлекает таежного клеща, а запах мужского феромона не влияет на его поведение («Зоологический журнал», 2010, т.89, № 6, с.682—693)...

Художник С.Дергачев



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Ледники Тибета не тают

Как это не тают, когда СМИ полны заметками о катастрофическом таянии ледников, особенно в Гималаях? Однако именно такой парадоксальный вывод следует из диссертации Якоба Хеймана, недавно защищенной в Стокгольмском университете (агентство «AlphaGalileo», 3 июня 2010 года). Впрочем, особого противоречия здесь нет. Ведь панические сообщения описывают поведение ледников в последние полсотни лет, а Хейман изучал историю их движения в далеком прошлом. И вот его главный тезис: в пик последнего ледникового периода 20 тысяч лет тому назад, когда Европа и Северная Америка были покрыты ледниковым щитом, площадь тибетских ледников мало отличалась от нынешней.

Расчет, проведенный ученым, показал, что, если бы нынешняя температура планеты снизилась на пять градусов (а в ледниковые периоды температура падала и на 6—8 градусов), в Гималаях сформировался бы огромный ледниковый щит. «Поскольку такого щита в Тибете нет и никогда не было, получается, что похолодание в ледниковый период было небольшим», — говорит Якоб Хейман.

К такому выводу он пришел, изучая космические снимки, на которых можно распознать формы рельефа, связанные с ледниками. Кроме того, полевые исследования помогли определить изотопный состав кварца в тибетских камнях. Дело в том, что космические лучи способны менять этот состав, а лед экранирует лучи. Поэтому по соотношению изотопов можно определить, когда камень освободился от ледяного покрова.

Тибет часто называют третьим полюсом — там так же холодно, как и на первых двух. Логично предположить, что если на Северном и Южном полюсе ледник рос из-за глобального похолодания, то и на «третьем» он должен был расти. А если не рос, значит, нынешняя модель ледникового периода не совсем адекватно описывает действительность. Впрочем, такого вывода шведский ученый не делает.

А.Мотыляев



Чем болеют бронзовые памятники

*И, озарен луною бледной,
Простерши руку в вышине,
За ним несется Всадник Медный
На звонко скачущем коне...*

А.В.ПЕТРОВОЙ, Азов: *Марки нитроаммофоски означают соотношение массовых долей азота, фосфора и калия в процентах, например, марка А, или 16:16:16 — по 16% каждого компонента; конечно же разные марки не взаимозаменяемы.*

С.М.НИЧИПОРУК, Москва: *Слово «лайкра» закрепилось как бытовое название всех эластичных полиуретановых волокон, хотя это так же неправильно, как называть «ксероксом» любой копировальный аппарат; «Лусра» — бренд фирмы «Invista», ранее входившей в компанию «DuPont», и, если речь не идет о продукции именно этой фирмы, лучше употреблять слово «эластан» или «спандекс».*

Н.В.ТИХОМИРОВУ, Иркутск: *В состав водоактивируемых (сухих) клеев, которыми покрывают задние стороны этикеток или почтовых марок, как нам кажется, входит поливиниловый спирт, а не ПВА; возможно, кто-то «перевел» на русский английскую аббревиатуру PVA — polyvinyl alcohol.*

Е.В.МАШКОВСКОЙ, Новосибирск: *«Диоксид титана и слюды» в составе крема для глаз — дело небывалое, какой у слюды может быть диоксид; очевидно, имеются в виду «диоксид титана и слюда», то есть компоненты, которые отражают свет, придавая коже блеск и шелковистость.*

Н.Д.ВОЛЧИНОЙ, Санкт-Петербург: *Мелисса лекарственная, она же лимонная мята, хорошо сочетается практически со всеми блюдами, от мясных и рыбных до творога и выпечки, но вы пропустили лучшее время для заготовки — мелиссу собирают до цветения, в июне.*

Т.К., Звенигород: *«Иван-да-марья» — народное название марьянника дубравного, но иногда так называют и фиалку трехцветную, за то же сочетание контрастных цветов; в поосторожнее с этими бабушкиными рецептами...*

Юрию ФРОЛОВУ, электронная почта: *Вы правы, а переводчики книги «Краткая история головы. Инструкция по применению» Рэймонда Таллиса издательства «Амфора» допустили грубую ошибку: свет воспринимает сетчатка глаза, а не роговица.*

ВСЕМ, КТО ПИШЕТ В РЕДАКЦИЮ: *Обратите внимание на наши выходные данные — у нас изменился почтовый адрес, точнее, вернулся прежний; электронный адрес, естественно, без изменений.*

Воспетый в поэме А.С.Пушкина памятник Петру I на Сенатской площади Санкт-Петербурга теперь так и называют — Медный всадник. Хотя на самом деле он отлит из бронзы — сплава, содержащего 82% меди, 14% цинка, 3% олова и 1% свинца. Огромная статуя высотой 5,3 метра и весом почти 50 тонн, стоящая на каменном постаменте, стала символом нашей Северной столицы. Бронзовому Медному всаднику уже больше 200 лет. Как он чувствует себя сегодня?

Медные сплавы даже в благоприятных условиях музейного хранения со временем покрываются патиной (от ит. patina) — тонким слоем продуктов коррозии. Красивая зелено-голубая патина на художественной бронзе — результат естественного старения предмета — называется благородной. Ее особенно ценят знатоки.

Под воздействием атмосферных осадков, водяного пара и углекислого газа воздуха бронзовая поверхность покрывается патиной обычно за 25–100 лет. Сначала бронза теряет блеск, становится матовой, темнеет почти до шоколадного цвета, и только потом на ней начинает появляться сине-зеленый налет. Тончайший слой патины и украшает монумент, и, что особенно важно, защищает его от дальнейшей коррозии. Об этом свидетельствуют позеленевшие, но до сих пор не протекающие крыши старых домов в европейских городах, сделанные из кровельной меди. Самая древняя из них — медная крыша собора в Хильдесхайме в немецкой Саксонии. Говорят, ей уже более 700 лет.

Патина, образующаяся на поверхности бронзы при атмосферном старении, состоит из двух слоев. Нижний — смесь оксидов и чистой закиси меди — куприта. Верхний — медные минералы, карбонаты меди: зеленый малахит $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$, небесно-голубой азурит $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ и сине-зеленый розазит $(\text{Cu.Zn})_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$. Эти вещества нерастворимы в воде и нейтральны по отношению к металлической меди. Процесс образования патины — самозатухающий. Идет он очень медленно и равномерно, поэтому форма поверхности не искажается. Старая бронза, покрытая благородной патиной, неповторимо красива, выразительна, объемна.

В последнее время выхлопы автомобилей, газовые выбросы предприятий и соль, которой посыпают дороги, приводят к росту концентрации агрессивных веществ в воздухе городов и атмосферных осадках. Они могут быть опасными для патины.

Неблагоприятна ситуация и в приморских городах, где воздух имеет повышенную влажность и насыщен солями хлора. Хлориды — сильные активаторы коррозии. Бронзовые поверхности страдают от разрушительного воздействия образующихся хлоридов меди $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$, которые могут стать очагами активной, так называемой рецидивной коррозии. На поверхности бронзы начинается рост «дикий» рыхлой патины. Ее называют бронзовой болезнью. Появляются множественные полости, заполненные сыпучим, как песок, веществом. Это металл монумента превращается в соли меди. В результате искажается рельеф поверхности, памятник может потерять устойчивость и в перспективе полностью разрушиться.

В 70-х годах XX века некоторым монументам Санкт-Петербурга был поставлен диагноз «бронзовая болезнь». В качестве лечения было решено провести депатинирование — стравливание кислотой верхнего слоя до металла и нанесение искусственной патины — сульфидной пленки темного цвета. Однако сульфидное покрытие оказалось плохой защитой бронзы. Оно трескается и разлагается, поэтому процедуру приходится повторять практически ежегодно.



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

Безусловно, очищать поверхности скульптур от пыли и грязи надо, но естественную патину трогать нельзя. Ее удаление наносит вред бронзовым памятникам и скульптурам. Дело в том, что куприт, находящийся в нижнем слое патины, хорошо защищает бронзу, только если он нарастает естественным путем. Патина на бронзе со временем становится неотъемлемой частью скульптуры, такой же значимой, как она сама. Убрать ее

можно только ценой нанесения ущерба монументу.

Недавно реставраторы совместно с химиками предложили новый способ сохранения бронзовых памятников. На очищенную поверхность плазменным напылением наносится трехслойное покрытие, состоящее из оксида меди, ингибиторов — веществ, замедляющих коррозию, и природных полимеров, например пчелиного воска.

Медный всадник, как и некоторые другие монументы Санкт-Петербурга, теперь укрыт искусственным защитным покрытием. Будет ли оно эффективно и долговечно?

Хорошо, что Пушкин, стоящий в центре Москвы на площади своего имени, надежно защищен от пыльных ветров, кислотных дождей и грязных снегов спасительной благородной сине-зеленой патиной!

М.Демина



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЫСТАВКИ С «ЭКСПОЦЕНТРОМ»!


**ХИММАШ.
НАСОСЫ**
27-30 сентября
2010


**ХИМ-ЛАБ-
АНАЛИТ**
27-30 сентября
2010


МЕЖДУНАРОДНАЯ
ХИМИЧЕСКАЯ АССАМБЛЕЯ
ICA
27-30 сентября
2010


**ХИМИЯ
2011**


международная
специализированная
выставка
**ИНДУСТРИЯ
ПЛАСТМАСС**
27-30 сентября
2010
www.maxima-expo.ru

**Формула
успеха!**
www.chemistry-expo.ru

