

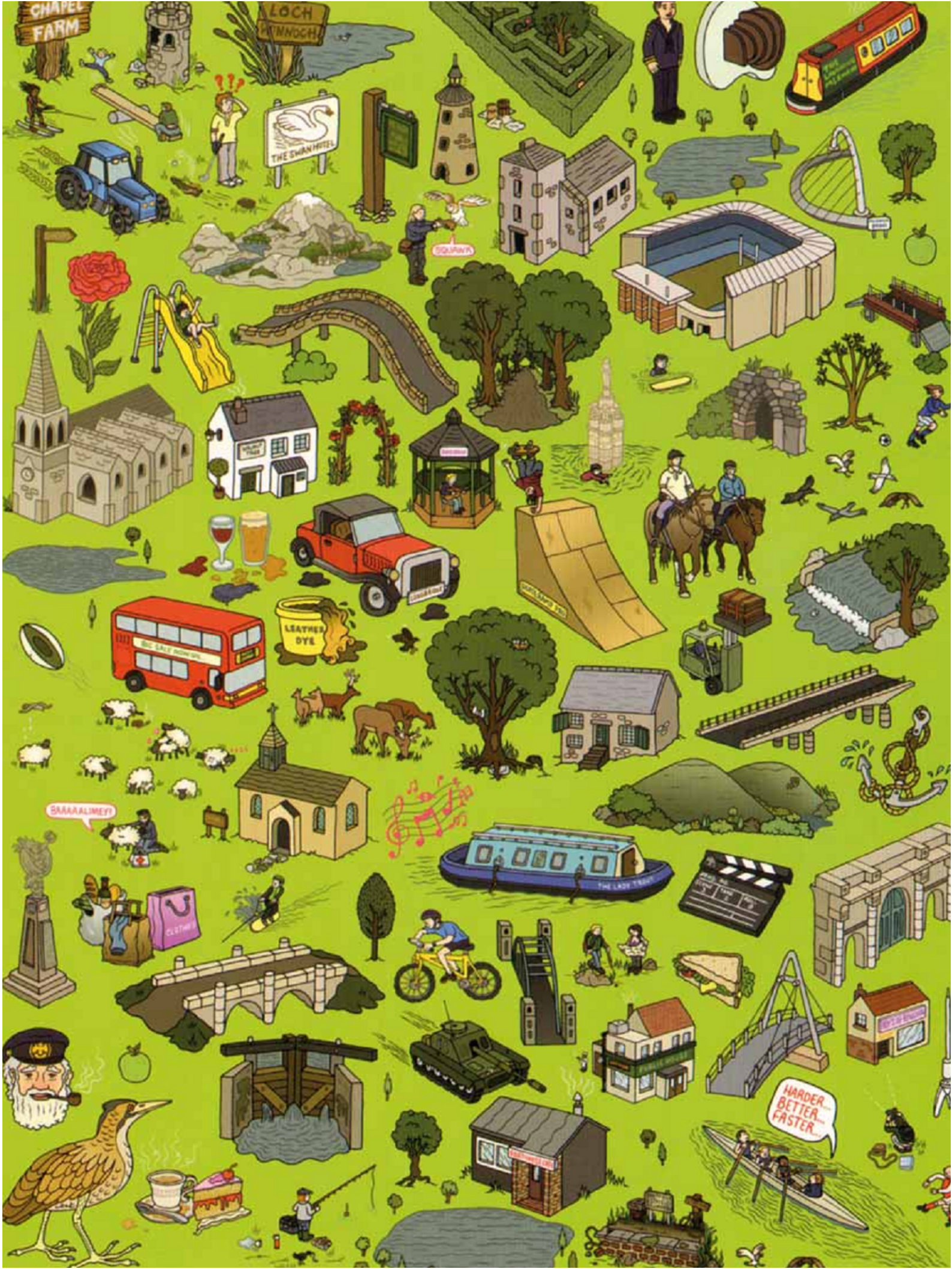


Ж

2011

ЖИЗНИ И ВМШХ





CHAMEL FARM

LOCH KINNOC

THE SWAN HOTEL

SOUP SHOP

WINE

THE BUS COMPANY

SARAAALMEY!

CELESTINE

THE LAST TRIP

HARDER BETTER FASTER



Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег.№ 014823

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:
Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клещенко
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 27.07.2011

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

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

© АХО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —

работа Жюшана де Нарваец. Химия
— наука чрезвычайно интересная, а
местами даже загадочная. Но в любом
случае весьма перспективная. Читайте
об этом в статье «Большая химия
сегодня и завтра»

*Чем совершеннее техника
передачи информации,
тем более заурядным, пошлым, серым
становится ее содержание.*

Артур Кларк

Содержание

Проблемы и методы науки	
ПРОТЕЗ ДЛЯ ВОСПОМИНАНИЙ. Е.Котина	2
Живые лаборатории	
ЛЕКАРСТВА ИЗ РАСТЕНИЙ. Г.А.Толстикова, Э.Э.Шульц	8
Технологии	
ИЗ ЧЕГО ДЕЛАЮТ РАСТЕНИЯ. Е.Клещенко	12
Гипотезы	
КОГДА-ТО ВСЕ ПЧЕЛЫ БЫЛИ РАВНЫ. Н.Резник	18
Тематический поиск	
БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА: ГЕНЕТИКА, ФУТБОЛ И ВИНОГРАД. Е.Сутоцкая	22
Криминальная химия	
УГАРНЫЙ ДЕТЕКТИВ. Е.Стрельникова	24
Нанофантастика	
ДРЕВНИЕ ГЕРОИ. Юрий Бархатов	33
Нанотехнологии	
ПЕРВЫЙ. Генрих Эрлих	34
Литературные страницы	
КАК СТАНОВЯТСЯ ХИМИКАМИ. Святослав Логинов	40
Расследование	
ВЗОРВЕТСЯ ИЛИ НЕТ? И.А.Леенсон	46
Книжная полка	
ХОРОШИХ ВРАЧЕЙ БУДЕТ БОЛЬШЕ. Е.Лясота	48
Репортаж	
МУЗЕЙ ИСЧЕЗНУВШЕГО ВКУСА. В.Благутина	50
Что мы едим	
КУКУРУЗА. Н.Ручкина	54
Фантастика	
АБСОЛЮТ. Дарья Баева	56
Размышления	
О РОЛИ БУКВ В НАУКЕ И ЖИЗНИ. Б.Бейнфест	61
Материалы нашего мира	
ИСКУССТВЕННАЯ, НО НЕ СИНТЕТИЧЕСКАЯ. М.Демина	64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	6	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
КНИГИ	17, 39	ПИШУТ, ЧТО...	62
ВОПРОСЫ—ОТВЕТЫ	45	ПЕРЕПИСКА	64

Протез для воспоминаний

Е. Котина



Скажи «чип памяти», и вспомнится вся классика фантастики. Саймон Иллиан из цикла романов о Форкосигане Лоис Буджолд — шеф баррарской контрразведки, идеальную память которого однажды разрушил вражеский вирус. «Джонни Мнемоник» — фильм о нелегкой судьбе курьера, чей мозг используют для транспортировки важной информации (компьютерщики теперь помирают со смеху, когда вспоминают, что потолком Джонни были 160 гигабайт)... А если шагнуть еще дальше в описываемое прошлое и заменить «чип» более общей «компьютерной памятью» — конечно же Великое Кодирование из повести Стругацких «Полдень. XXII век», где личность умирающего ученого переносят на жесткий носитель (судя по объему аппаратуры, ламповый).

Идеи о возможной совместимости между мозгом и механизмом стали появляться, очевидно, сразу же после того, как возникли думающие машины. А поскольку сочинять проще, чем делать, фантасты сильно опередили ученых. Те еще только начинали фиксировать сигналы с электродов, вживленных в различные участки

человеческого мозга, и с величайшими предосторожностями посылали обратные сигналы (см. об этом, например, воспоминания Н.П.Бехтеревой), а писатели уже подгружали героям навыки фехтования и иностранные языки либо переносили человеческое «я» в вычислительные машины и вели с ним трогательные диалоги.

Осуществить нечто подобное на практике было непросто по многим причинам. Тут и различие платформ — нейроны с их ионными насосами и нейромедиаторами не очень-то похожи на электросхемы, создаваемые людьми, и высокая степень миниатюризации оборудования, достигнутая природой, и «принцип черного ящика» — о работе нервной системы, здоровой или поврежденной, с самого начала приходилось судить по наблюдению за биообъектом, которым она управляет. Однако нелегко — не значит невозможно, и мы все время видим в новостях сообщения о новых открытиях, связанном с работой мозга. Вот сейчас заговорили о чипе памяти из Калифорнийского университета. Так что там с этим чипом?

Как мы знаем то, что мы знаем

Наше «я» — это в значительной мере наша память. Все, что мы пережили и узнали на своем веку, лица родных и знакомых, места, где мы бывали, факты, названия и определения, привычки и навыки, и сам язык, на котором мы говорим и думаем, — все это, как мы привычно отмечаем, «хранится в памяти». Отними у человека память, и что останется от его личности? А доступ к памяти, казалось, должен разрешить большую часть проблем, связанных с исследованием мозга.

Представление о «хранилищах памяти» фантасты моментально освоили и широко распространили в массах. Мол, достаточно найти доступ к этим секторам жесткого диска у нас в голове, подключиться к разъему, подобрать пароль, и помчатся по монитору потоки цифровых данных, на лету превращаясь в видеозаписи жизни пациента — скажем, любовные сцены или учебный фильм «как мы в первом классе писали заглавную букву «А»... Не тут-то было.

Выяснилось, прежде всего, что факты не откладываются в памяти в виде файлов, аккуратно разложенных по папкам и отсортированных. Больше это похоже на систему перекрестных ссылок. Можно сказать, что о каждом событии существует несколько памятей и различные аспекты хранятся отдельно.

Известный нейробиолог Вилаянур Рамачандран из университет Калифорнии — Сан-Диего в своей замечательной книге «The Tell-tale brain» (2010) рассказывает историю Джона, 60-летнего мужчины, перенесшего операцию по поводу аппендицита. Сгусток крови после операции попал в мозговую артерию, и Джон, к собственному ужасу, не смог узнать свою жену, себя в зеркале. «Я знаю, что это я, — говорил он. — Подмигивает, когда я подмигиваю, и движется, когда я двигаюсь. Ясно, что это мое отражение. Но оно не похоже на меня». — «Мое зрение в порядке, доктор, это в мозгу у меня что-то не фокусируется», — повторял Джон, в прошлом военный пилот. Когда ему показывали морковь, он говорил: «Это длинная штука с пучком на одном конце. Кисточка?» Увидел козу — «какое-то животное, возможно собака». Джон утратил способность мгновенно распознавать объекты, как делает каждый из нас, а «вычислял» их категориальную принадлежность, исходя из отдельных признаков. При этом ни умственные способности, ни речь его не пострадали. Джон мог подробнейшим образом описать морковь, рассказав и о листьях, и о форме, и о цвете, и о способах приготовления. Он



старательно перерисовал гравюру с изображением собора Святого Павла, которая была у него дома, скопировав и дефекты печати, но не мог объяснить, что на ней изображено. Он выдергивал цветы вместо сорняков у себя в саду, а в ответ на просьбу нарисовать розу и нарцисс изобразил «марсианские цветы», не существующие в природе. Но подстригать живую изгородь не разучился: для этого не нужно было идентифицировать объекты, достаточно различать неровности.

«Джон великолепно мог видеть, он только не знал, что он видит, — резюмирует Рамачандран и далее пишет: — Ты смотришь, ты видишь, ты понимаешь — это кажется таким же естественным, как то, что вода течет вниз. Только когда появляются какие-то неполадки, как у пациентов вроде Джона, мы понимаем, до чего это сложно. Хотя наша картина мира выглядит единой и согласованной, на самом деле ее создает активность тридцати (или более) различных зрительных областей в коре, каждая из которых имеет множество трудноопределимых функций».

Не следует думать, что речь идет о тридцати фрагментах картин: ситуация еще сложнее. Когда мы смотрим на стул, продолжает Рамачандран, его изображение отпечатывается на сетчатке нашего глаза, и на этом «понятное» заканчивается. В мозгу у нас нет экранчика, на который проецировалось бы изображение стула для нашего «внутреннего взора». Кстати, эта старомодная метафора мешает осознать простой факт: внутри нашей головы нет никаких глаз, которые могли бы взирать, там идут другие процессы.

Образ стула, передаваясь с сетчатки по зрительным нервам, хранится в нашей памяти в закодированном виде — так, если мы скачаем с торрентов «Завтрак у Тиффани» и откроем его редактором файлов, то не найдем изображения Одри Хепберн. Желаящим смотреть кино из чужой памяти предстоит не кропотливый монтаж, а написание программы для воспроизведения видеофайлов неизвестного формата. Которые, кстати, пока еще не скачаны.

Что касается Джона, у него был поврежден один из путей обработки зрительной информации, так называемый вентральный поток «что?» (см. статью «Физиология обмана» в предыдущем номере). Другие пути функционировали нормально, пациент хорошо видел, мог ходить по комнате, не натываясь на предметы, но разучился классифицировать их, соотносить изображение с именем объекта — хотя, как в случае с морковью, «теорию помнил». А еще один пациент, названный в книге Дэвидом, не

имел проблем с распознаванием лиц, но... «Доктор, эта женщина выглядит в точности как моя мать, но это не она — это чужой человек, который притворяется моей матерью». Фрейдистские объяснения этого заболевания, которое называется «синдром Капграсса», оказались несостоятельными, тем более что Дэвид и про свою собаку сказал: «Она выглядит совсем как Фифи, но это не она». На самом деле у пациента был поврежден путь передачи зрительной информации, ведущий к миндалине, — отключилась эмоциональная реакция на увиденное. (А вот Джон при виде льва ощутил страх, хотя и не мог сказать, что это за животное.) Казалось бы, где зрительная кора и где миндалина — но отсутствие «правильного» эмоционального отклика на образы перенесло Дэвида в сюрреалистический мир, населенный коварными самозванцами. Хорошо, что аберрация не затронула другие каналы ввода. Услышав по телефону голос матери, Дэвид узнал ее и обрадовался.

Отсюда следует, во-первых, что исследования механизмов памяти еще не скоро будут сопровождаться кинопоказами, придется обойтись менее эффектными примерами. (Впрочем, для тех, кто в курсе дела, они достаточно эффектны.) А во-вторых, не менее важны, чем пресловутые «хранилища памяти», пути доступа к ним — запоминания и воспоминания. Пока мы не разберемся с этим, мы не поймем и принципов кодирования.

Одну из центральных ролей здесь играет гиппокамп — часть старой коры головного мозга, одна из структур лимбической системы. Собственно, это не одна, а две маленькие структуры, симметрично расположенные в двух полушариях и у человека действительно похожие на морских коньков (а у крысы — скорее на маленькие бананчики). Как многие древние структуры мозга, гиппокамп многофункционален, и одна из важнейших его задач — формирование долговременной памяти.

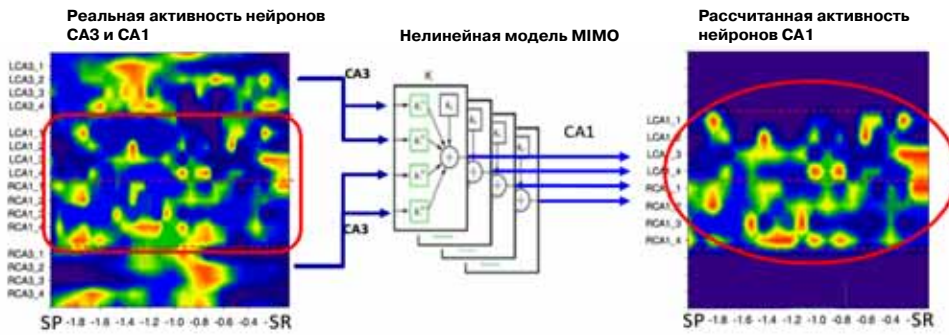
Ошибка записи

Человек, благодаря которому мы многое узнали о памяти, скончался 2 декабря 2008 года в возрасте 82 лет. Он был всемирно знаменит, однако имя его держали в секрете по этическим соображениям, и ученые ссылались на него, не зная, как его зовут. После смерти «пациента Г.М.» более 2400 тончайших срезов его мозга перевели в цифровой формат и разместили в Интернете (из этого начинания вырос проект «Обсерватория мозга», <http://thebrainobservatory.ucsd.edu/>). Чем он так прославился?

Генри Молашен (Molaison) из штата Коннектикут с детства страдал эпилепсией. Припадки становились чаще и, когда Генри исполнилось 27 лет, случались по нескольку раз в день. Нейрохирург Уильям Бичер Скоуэлл, знаменитый рискованными, но успешными операциями, взялся помочь молодому человеку. Он заключил, что очаги эпилепсии находятся в темпоральных (височных) зонах коры, и по каким-то причинам решил удалить более обширные участки. Помимо височных участков коры, удалены были значительная часть гиппокампа и миндалины. После этой операции оказалось, что разум Генри не удерживает никаких новых воспоминаний дольше 20 секунд: он не мог запомнить ни имен медсестер, ни как пройти в туалетную комнату. Это произошло в 1953 году, и Генри предстояло прожить еще 55 лет. Его интеллект не пострадал (а был он несколько выше среднего: несмотря на болезнь, Генри успел стать электриком), пациент с удовольствием решал кроссворды и смотрел телевизор. Ученые, работавшие с Генри, отзываются о нем как о жизнерадостном и кротком человеке. Он сознавал, что болен, тревожился, что не помнит сказанного минуту назад, но никогда не отказывался поучаствовать в эксперименте, «чтобы принести пользу другим людям».

Случай «пациента Г.М.» показал прежде всего, что память неоднородна: кратковременная память принципиально отличается от долговременной и за превращение свежих воспоминаний в постоянные отвечает именно гиппокамп. Еще интереснее было то, что Генри мог приобретать новые навыки — например, его научили рисовать предметы, которые он видел в зеркале. Впоследствии Генри не мог сказать, кто и когда его этому научил, но как это делается, запомнил.

Гиппокамп бывает поражен при многих заболеваниях, сопровождающихся потерей памяти, таких, как синдром Корсакова, болезнь Альцгеймера. Повреждения в основном затрагивают память о пережитых событиях, но не процедурную память (то есть навыки, умение решать задачи определенного



Сигналы с 16 электродов, вживленных в гиппокамп крысы, записывали в промежутки времени между предъявлением рычага справа или слева и прикосновением крысы к рычагу. Слева — реальная активность гиппокампа. (По вертикали — номера электродов, по горизонтали — время; верхняя и нижняя четверти — левая и правая зоны CA3, рамкой обведены зоны CA1.) Справа — активность зон CA1, рассчитанная программой ММО по сигналам CA3. Нетрудно видеть, что расчетный паттерн очень похож на реальный

типа). Кроме того, в гиппокампе есть так называемые нейроны места (place cells) — каждый из них активизируется, когда животное или человек находится в определенном месте. Еще в 70-е годы XX века было показано, что эти нейроны отвечают за хранение и обработку пространственной информации — за построение «карты местности» в мозгу. Шуточную Игнобелевскую премию 2003 года по медицине получили Элинон Магуайр с коллегами «за доказательство того факта, что у лондонских таксистов есть мозги» (см. «Химию и жизнь», 2004, № 12). На самом деле они показали, что у таксистов область гиппокампа, которая считается ответственной за пространственную память, в среднем

больше, чем у людей других профессий, а у опытных таксистов больше, чем у начинающих. (Эту статью легко найти в Интернете — «Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA», 2000, т. 97, № 8, с.4398—4403). По словам самой Элинон, таксисты после церемонии награждения стали узнавать ученую даму в лицо и возить ее бесплатно.

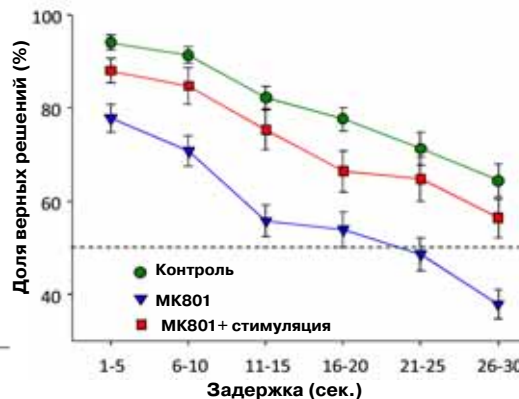
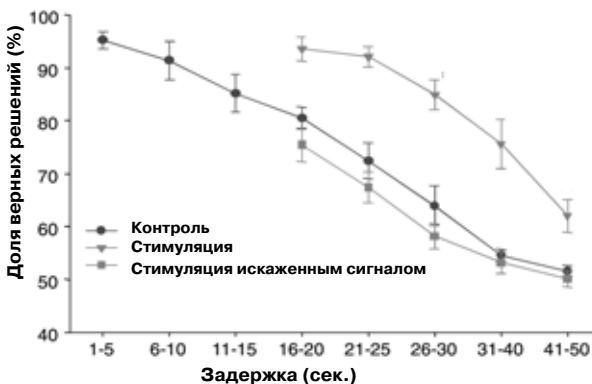
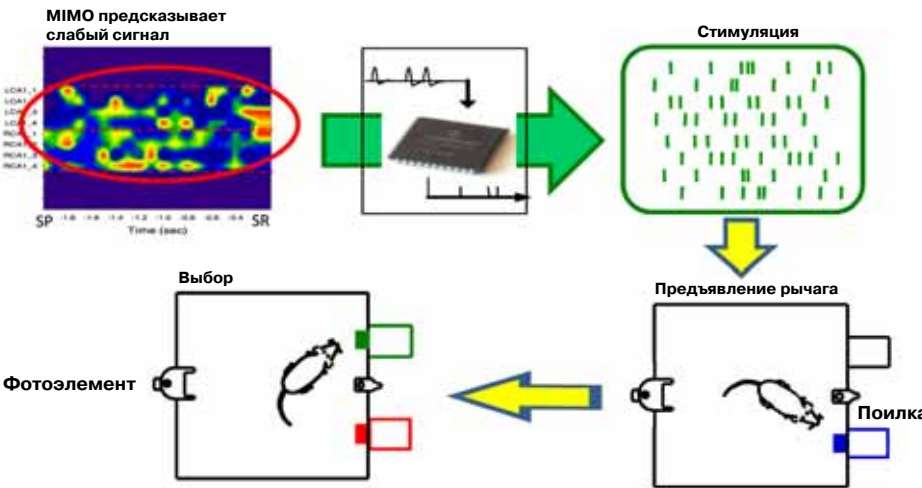
В том же 2003 году в журнале «New Scientist» вышла статья с амбициозным заголовком «Первый в мире протез мозга». В ней рассказывалось о работах Теодора Бергера и его коллег из университета Калифорнии — Лос-Анджелес (UCLA). Группа Бергера объявила о намерении создать искусственный

гиппокамп крысы. Они смоделировали гиппокамп как совокупность нейронных сетей (сделать это было не так просто, как сказать: на работу ушли годы). Крысинный гиппокамп, по большому счету, не слишком отличается от человеческого, так что перспективы понятны.

Американский философ Дэниэл Деннет написал: «Когда переключаешься от попыток моделировать вещи с помощью уравнений к производству совершенных компьютерных моделей... ты можешь закончить моделью, тонко моделирующей природу, но ты не понимаешь модель». Это высказывание, чтобы оно не звучало так грустно, можно перевернуть: чтобы создать совершенную модель, не обязательно иметь исчерпывающую информацию об оригинале. В конце концов, протезы сустава или сердечного клапана не повторяют микроструктуру органов, они просто работают так же.

Если создать модель гиппокампа на компьютерном чипе, подать на входные электроды сигналы от других отделов мозга, связанных с гиппокампом, и получить на выходе сигналы, которые генерирует «живой» гиппокамп, то мы получим искусственный аналог этого отдела мозга. Протез, который перекодирует информацию из кратковременной памяти в долговременную. Одна небольшая операция, и нарушения памяти, выбрасывающие человека из нормальной жизни, останутся позади. А дальше — кто знает, как далеко может зайти протезирование?

За первыми успехами снова были годы работы с математическими моделями и с подопытными животными. И вот наконец в этом году появляются победоносные заголовки новостей: «Ученые поселили в мозгу крыс электронную память», «Ученым удалось сделать апгрейд мозга». Группа исследователей из UCLA и университета Уэйк Форест сделала чип, функционально замещающий участок гиппокампа у крысы, и экспериментально проверила, хорошо ли он работает.



Если транслировать в зону CA1 гиппокампа крысы «сильный» сигнал, соответствующий хорошему запоминанию, то число правильных ответов (когда крыса выбирает рычаг с противоположной стороны) резко возрастает. Более того, такая стимуляция корректирует нарушения памяти, вызванные блокатором глутаматного рецептора МК801

Испытания нейропротеза

Крысу нельзя спросить: «Помнишь ли ты?». Для проверки памяти у животных использовали распространенный тест DNMS (delayed nonmatch-to-sample memory task). Крысу помещали в квадратную камеру, в одной из ее стенок имелась поилка, а справа и слева от нее — рычаги, которые экспериментатор мог предъявлять животному или прятать. Сначала крысе показывали один рычаг, справа или слева от поилки, и в ответ на нажатие крыса получала каплю воды. (Естественно, эксперимент организовали так, чтобы у подопытного было желание сотрудничать: крыса не умирала от жажды, но пить хотела.) Потом ничего не происходило до тех пор, пока крыса не касалась носом ячейки с фотоэлементом в противоположной стенке камеры. Тогда крысе предъявляли уже два рычага, и она должна была нажать рычаг не с той стороны, что в первый раз, а с другой: если сначала рычаг был справа, то во второй раз надо было нажимать слева, и наоборот. Выполнив задание правильно, крыса снова получала воду, если же она ошибалась, то воды не получала и в камере на пять секунд выключали свет. (Фаза задержки с поиском фотоэлемента нужна именно для того, чтобы проверить, записалось ли в память положение первого рычага — чем дольше задержка, тем больше вероятность, что крыса забудет, слева он был или справа.)

Понятно, что и при гадании вслепую меньше половины правильных ответов быть не может, но если их число при многократном повторении эксперимента с десятками животных существенно превышает 50% — стало быть, крысы помнят, где был рычаг в первый раз. А если «назначить» группе подопытных тот или иной препарат, или подвергнуть их стрессу, или сделать с ними что-нибудь еще, что подсажает ученым фантазия, — по увеличению или уменьшению числа правильных ответов можно судить о том, как эти факторы влияют на память.

Когда в голове крысы закреплялась последовательность «один рычаг — фотоэлемент — другой рычаг», ей (наконец-то!) имплантировали электроды. В гиппокампе есть участки, обозначенные буквами СА (лат. *cogni ammonis*, «аммонов рог» — другое название гиппокампа). Важную роль в формировании долговременной памяти играет прохождение сигнала от СА3 к СА1. Крысе вживляли с каждой стороны головы (в правый и левый гиппокамп) по два ряда электродов, на расстоянии 200 мкм один от другого, а между рядами — 400 мкм, на глубину 3—4 мм от поверхности коры. Такое расположение как

раз соответствовало нужным группам нейронов. В каждом ряду было восемь электродов. Помимо них, некоторым крысам вживляли канюлю — тоненькую трубочку, через которую можно вводить химические вещества прямо в нервную ткань зоны СА3. После операции животные приходили в себя неделю, а затем начинались опыты.

Крыс подсоединяли к записывающей аппаратуре (конечно, таким образом, чтобы провода не стесняли движений). С каждого электрода писали информацию об электрической активности прилегающих нейронов. Результат представляли в виде контурных карт: по вертикальной оси номера электродов, по горизонтальной — время, оттенки цвета — частота в герцах (или вероятность активизации данной зоны в процентах, если речь идет об обобщенных данных). Такие картинки (выражаясь корректно, пространственно-временные паттерны нейронной активности) получали как с СА3, так и СА1. Ключевым периодом для запоминания, что неудивительно, оказались несколько секунд между предъявлением крысе одного рычага и моментом нажатия. С некоторой натяжкой можно сказать, что мы видим запись крысиных «мыслей»: «Ага, теперь правый» и «Ага, теперь левый». (Интересно, что паттерны активности в правом и левом полушарии были неодинаковыми.)

«Протез гиппокампа» должен получать на ввод сигналы с СА3 и выдавать то (или хотя бы примерно то), что в норме появляется в СА1. Для этого была создана специальная нелинейная модель MIMO (multi-input/multi-output), которая успешно справилась с задачей (см. рис.). Работая с реальными и расчетными паттернами активности, исследователи научились их классифицировать: «сильными» назвали те, после которых крыса обычно выполняла задание правильно, а «слабыми» те, после которых она обычно ошибалась (в силу каких-то внутренних крысиных причин плохо запоминая вводную — «кажется, был левый, а может, и правый»).

Эти результаты позволили довольно успешно предсказывать, выполнит крыса задачу или провалится, по наблюдениям за активностью ее мозга во время предъявления первого рычага. «Сильный» сигнал соответствовал отличному запоминанию — даже когда крыс заставляли промедлить лишние 10—20 секунд, они делали мало ошибок. Крысы, выдавшие «слабый» сигнал, как двоечники на экзамене, скатывались к позорным 50%, чуть только их заставляли подождать подольше, но, если два рычага им предъявляли через считанные секунды, все-таки показывали удовлетворительный результат —



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

короткая память у них была. Подобная методика может найти применение в диагностике нарушений памяти.

Однако впереди самое интересное: коррекция памяти. На электроды в области СА1 крысам транслировали «сильный» сигнал, и результаты существенно улучшались даже у тех, собственные сигналы которых были «слабыми». Протез выполнял свою функцию. В качестве дополнительного контроля подавали «бессмысленные» сигналы (мало ли, может быть, электроды просто стимулируют собственную активность клеток!), и они не дали эффекта.

Чтобы окончательно убедиться, опыты повторили на крысах, утративших способность запоминать. Через канюлю, расположенную рядом с электродами, в течение 14 дней вводили МК801 (дицилпин) — вещество, блокирующее перенос нейромедиатора глутамата. В итоге бедное животное, совсем как Генри Молашен, не могло запомнить событие, случившееся только что (хотя навык «один рычаг — фотоэлемент — другой рычаг» не утрачивало). Но когда беспамятной крысе передавали «сильный» сигнал, она вновь успешно справлялась с заданием. «Поверните рубильник, и крысы вспомнят. Выключите его, и крысы забудут», — с гордостью говорит доктор Бергер.

Что ж, повод для гордости есть. Сегодня никого не удивляет слуховой протез за ухом у бабушки или дедушки. Если дальнейшие исследования Бергера с соавторами будут успешными, возможно, для наших внуков такими же привычными будут пожилые люди (или молодые, по тем или иным причинам нуждающиеся в идеальной памяти) с двумя коробочками на висках. Кстати, а вы хорошо запомнили то, что сейчас прочитали?

Литература

Theodore W Berger et al. A cortical neural prosthesis for restoring and enhancing memory. «Journal of Neural Engineering», 2011, т. 8, № 4. doi: 10.1088/1741-2560/8/4/046017

Космическая перекись

В облаке межзвездного газа нашли перекись водорода.

«Astronomy & Astrophysics», 2011, т. 531, с. L8

Астрономов, занятых химией космоса, давно интересовал вопрос: отчего в облаках межзвездного газа так мало свободного кислорода? Тщательные поиски молекул этого газа лишь в 2007 году увенчались успехом с применением орбитального телескопа «Один». Не исключено, что причиной служит высокая реакционная способность кислорода: несмотря на то что вещество в космических облаках чрезвычайно холодное и разреженное, огромные времена, разделяющие взрывы звезд, дают возможность идти многим химическим реакциям.

Очередное (и очень важное для понимания проблемы происхождения жизни) соединение кислорода и нашли космические химики из Швеции и Германии, работавшие на миллиметровом радиотелескопе в пустыне Атакама. Они исследовали облако газа в районе звезды Ро Змееносца и заметили там линии перекиси водорода. Ее там немного — одна молекула на 10 миллиардов молекул водорода. Считается, что это соединение — продукт химической реакции между молекулами водорода и кислорода, осевшими на поверхности пылинки. Если потом на ней же оседает еще одна молекула водорода, то выйдет две молекулы воды. Таким образом, находка перекиси дает возможность рассуждать о космическом происхождении важнейшего вещества жизни земного типа. «Мы не вполне отчетливо представляем себе, как важные для жизни вещества формируются в космосе. Видимо, роль частиц межзвездной пыли надо учитывать более тщательно», — отмечает участник работы Беренгар Парис из Института радиоастрономии Общества Макса Планка.

Энергия из эфира

Собирая рассеянную энергию радиоизлучения, можно дать питание многочисленным датчикам.

Агентство «NewsWise», 7 июля 2011 года

Эфир на нашей планете заполнен радиоизлучением различных частот. Это и естественный фон, создаваемый колебаниями ионосферы или ударами молнии, и результаты деятельности человека — волны радио-, телевидения, от сотовых телефонов и беспроводных сетей. Судя по всему, с течением времени мощность выбираемой в эфир энергии будет только расти. Вот и возникает идея — собрать ее да и запитать какие-нибудь электрические устройства.

Ученые и инженеры из Технологического института Джорджии во главе с профессором Маносом Тенцерисом с 2006 года пытаются создать антенну, которая смогла бы собрать достаточно энергии, чтобы обеспечить питание автономных датчиков. Поначалу они печатали микросхемы этих устройств на бумаге, заправив принтер чернилами с наночастицами серебра. Такие антенны потребляли ультракороткие волны телевидения с частотой 100—200 МГц и давали энергию в сотню микроватт. Теперь же исследователи перешли на пластик и чернила с углеродными нанотрубками; верхняя граница диапазона возросла до 15 ГГц (в перспективе — до 60 ГГц), и счет собранной энергии пошел на милливатты. Накопив же ее в суперконденсаторе и питая датчики время от времени, можно поднять их мощность и до десятков милливатт.

А зачем все это нужно? Для революции в области микродатчиков. Если они смогут собирать рассеянную энергию, то ими удастся оснащать все что угодно: элементы конструкций, чтобы следить за возникающими напряжениями, пациента — для постоянного наблюдения, дом — для контроля температуры и влажности, еду — чтобы успеть ее съесть до того, как испортится, аэропорты — для поиска взрывчатки, благо там уровень излучения еще выше из-за всевозможных радаров. Датчики будут совершенно автономными и очень дешевыми.

Из этой новости, впрочем, следует еще и такая мысль: если эфир у нас так насыщен энергией, что ее можно собрать и запитать датчики, кто знает, а вдруг и в человеческом теле есть подобные широкополосные антенны? Тогда дискуссия об электромагнитном загрязнении эфира приобретает несколько иное звучание.

Солнечная стена

Из маленьких солнечных батарей можно собрать «зеленую» стену.

Агентство «NewsWise», 8 июля 2011 года

Представление о том, что солнечная батарея — это массивная панель, установленная на крыше, устарело. Нью-Йоркская компания «Sustainably Minded Interactive Technology» (что означает «Интерактивные технологии, ориентированные на устойчивость») придумала дизайн в виде листов, сравнимых по размеру с листом винограда. Использовать их можно точно так же, как вертикальное озеленение: закрепить на стене металлическую сетку и прикрепить к ней листочки. Солнечные лучи станут вырабатывать электричество, которое побежит по сетке, а заодно такие листья защитят от жары. Листочки можно раскрасить во всякие цвета и приделать к ним разные батареи. Так, листок, оснащенный полимерной батареей, обойдется в 20 долларов, а даст энергии не более 0,5 ватт, но зато при его производстве будет мало токсичных отходов. Фотоэлементы на монокристаллах кремния обойдутся в 18 долларов, дадут 4 ватта, но грязь окажется больше. Вообще-то такая цена кажется странной. Ведь поклонники полимерных батарей все время доказывают, что их можно печатать на принтере, отчего цена получается гораздо меньше, чем у кремниевых. Как бы то ни было, нетрудно посчитать, что для получения мощности 10 кВт (а именно столько сейчас выделяют при строительстве коттеджей в Подмоскowie) солнечная стена обойдется в лучшем случае в 45 тысяч долларов, или в два-три раза дороже, чем подключение к сети электрической компании.



Неудивительно, что лишь отчаянные головы решаются на такой шаг. Вот, например, аспирант университета Юты Том Мельбурн выиграл грант в 42 тысячи долларов на оснащение листьями-батареями стен одного из университетских зданий. Эти деньги покрыли две трети стоимости проекта. А остальные он собрал, сыграв на чувствах сокурсников: каждый может купить листок, и все потом будут помнить, что был вот такой сознательный студент. В общем, вскоре в США появится первое здание, покрытое разноцветными искусственными листьями.

Слух вместо зрения

Слепому можно нарисовать окружающий мир с помощью звуков.

Агентство «AlphaGalileo», 6 июля 2011 года

Человеческий мозг — весьма гибкая система и может при необходимости перестраивать свою работу. Этим решили воспользоваться испанские исследователи из Политехнического института Валенсии во главе с Гильермо Перисом Фахарнесом. Они придумали, как облегчить жизнь слепым, передав утраченную функцию слуху.

Ученые создали устройство в виде очков с двумя видеокамерами, процессором и наушниками. Камеры формируют трехмерное изображение окружающего пространства, на которые направлен взгляд человека, а процессор превращает картинку в набор звуковых сигналов. Человек слышит эти сигналы и постепенно начинает ориентироваться в окружающем его мире — обретает некий навык «перекодировки» звуков в расстояния и формы. «У нас есть природная способность разговаривать и одновременно определять, где только что зазвенела упавшая монетка. На этом принципе и построена наша система», — пытается объяснить принцип работы устройства Гильермо Перис.

Сейчас четыре прототипа очков для слепых проходят натурные испытания, а еще десять ждут своей очереди.

Замыкая пищевую цепь

Объедками можно вскормить и рыбу, и растения.

Идея кормить отходами со стола домашних животных совсем не нова: человек поступает так не первое тысячелетие. Как сказал Терри Пратчетт, поросенок летом — это мусорное ведро, а зимой — бекон и сосиски. Лет сорок назад в Москве попытались организовать сбор съедобных отходов, впрочем, не очень успешно. А вот Майкл Амадори из Колледжа наук об окружающей среде и лесоведении в Вирджинии считает, что он придумал уникальную технологию, которая позволит даже малому предприятию общественного питания получать из объедков живую рыбу и листья салата. Объедки берут из столовых, скажем, студенческого городка.



Итак, вместо того чтобы отправлять эти отходы на свалку, их размалывают, перемешивают, высушивают, а затем кормят рыбу тилапию, известную своей способностью есть все. Часть продуктов тилапия съедает, часть растворяется в воде, к этому прибавляются и выделения рыб. В итоге вода оказывается насыщенной полезными веществами. Ее прокачивают через пластиковые контейнеры, засыпанные гравием, в которых посеян салат. Корни чистят воду, обеспечивая растение питанием, вода же возвращается в бассейн с рыбами. Таким образом с минимальными затратами можно получить и свежую рыбу, и зелень.

Как видно, американские студенческие столовые становятся все более безотходными: ведь в них еще и био-дизель из отработанного масла делают.

Агентство «NewsWise», 5 июля 2011 года.

Электронная дорога

Сотовый телефон подскажет, как путешествовать общественным транспортом без задержек.

В светлом будущем, которое ожидает обитателей и посетителей Европейского союза с 2012 года, путешествовать общественным транспортом станет очень легко. Для этого нужно будет всего лишь загрузить в свой смартфон приложение «SMART-WAY», которое разработали исследователи из Фраунгоферовского института транспортных и инфраструктурных систем (Дрезден). И тогда достаточно будет указать место назначения, после чего смартфон сам расскажет о расположении автобусных остановок, железнодорожных станций, расписании движения транспортных средств и мест пересадок. В общем, как навигатор автомобилиста, только в пешеходной версии.

В основе системы лежит не только датчик системы навигации в смартфоне, который позволяет определять его местоположение, но и данные транспортных компаний о движении их автобусов, поездов, троллейбусов и трамваев. Дело в том, что сейчас в развитых странах принято оснащать все эти объекты и датчиками навигации, и датчиками инерции, благодаря которым можно определить, едет ожидаемый автобус или намертво застрял в пробке. Диспетчер компании получает все эти данные в режиме реального времени, и ему ничего не стоит поделиться ими со всем миром, чтобы этому миру было удобнее путешествовать.

В сентябре этого года систему в пробном режиме запускают в Дрездене и Турине, а потом немецкие исследователи надеются договориться с транспортниками других городов ЕС.

Агентство «AlphaGalileo», 8 июля 2011 года

Генетик против лесного браконьера

Узнать место вырубки леса и оштрафовать нарушителя поможет метод ДНК-дактилоскопии деревьев.

Лес, незаконно вырубленный на особо охраняемой территории, вороватый таможенник слаборазвитой страны конечно же выпустит за границу. А вот на въезде в развитую страну, граждане которой отличаются высокой сознательностью, это дерево или сделанную из него мебель может ожидать неприятность: анализ ДНК. Он позволит определить не только вид дерева, но и местность, где оно росло. А уж после этого таможенник предпримет меры в соответствии с регламентом.

Новый метод борьбы с браконьерскими вырубками стал возможен благодаря исследованиям, которые проводят австралийские генетики из университета Аделаиды во главе с профессором Эндрю Лоуз. «Для анализа места происхождения свежего дерева генетические маркеры применяют уже несколько лет, а мы улучшили методику, чтобы она годилась и для дерева, из которого уже сделана мебель, — рассказывает ученый. — Теперь крупномасштабные работы по выявлению таких маркеров можно проводить дешево, данные получают статистически значимыми для судебного разбирательства, а подделать их, в отличие от таможенных сертификатов, никак нельзя».

Примерно десятая часть леса, импортируемого австралийцами, вырублена незаконно. Для борьбы с этими преступлениями против человечества («зеленые легкие» планеты — общее достояние) правительство Австралии с 2007 года ввело генетическую проверку леса на таможне. Эта практика была признана успешной, и сейчас ею хотят воспользоваться основные потребители нашего мира — страны Европы и Северной Америки.

Агентство «NewsWise», 30 июня 2011 года

Польза от трех тополей на Плющихе

Городские деревья могут поглотить немало углекислого газа.

Хотя действие Киотского протокола и заканчивается, мировое сообщество все равно считает, что сокращать выбросы углекислого газа в атмосферу надо. Делать это можно двумя способами — создавая технологию с меньшими затратами энергии или увеличивая поглощение этого газа. А главные поглотители — это деревья: в результате фотосинтеза они свяжут много CO₂ и надолго захоронят его в своих стволах и ветках.

Почему-то считается, что речь идет о замене поля на лес. Однако в мире есть немало площади, на которую борцы с углекислым газом внимания не обращают. А зря. Первое исследование городских посадок, проведенное британскими учеными во главе с доктором Зои Дэвис из Кентского университета, показало, что они — прекрасный сток для углекислого газа. Так, глянув на Лестер из космоса, они насчитали, что его зеленые насаждения содержат 231 тысячу тонн углерода, или 3,61 кг на квадратный метр. А ведь до сих пор экологи были уверены, что эти запасы в десять раз меньше! «Наиболее важную роль по связыванию углекислого газа играют большие деревья». Поэтому если поставить целью использование городской территории для борьбы с глобальным потеплением, надо сажать правильные деревья в правильном месте, где им будет хорошо, — говорит доктор Дэвис. — Конечно, городские деревья — не панацея, но сейчас потенциал европейских городов явно недооценен».

Какой прок от такого вывода в условиях рыночной экономики? А вот какой: раз эффект поглощения газа установлен и запатентован, значит, механизм торговли квотами на выбросы углекислого газа мог бы принести в казну муниципалитетов, озабоченных озеленением, немалые средства. Кроме того, можно рассчитать истинную стоимость каждого срубленного дерева или куста с учетом его роли в борьбе с потеплением климата. Дело за ответственными законодателями.

«Journal of Applied Ecology», 12 июля 2011 года, doi: 10.1111/j.1365-2664.2011.02021.x



Художник Н. Колпакова

Лекарства из растений

Доктор химических наук, академик
Г.А. Толстиков,
 доктор химических наук
Э.Э. Шульц

Камфара, морфин, таксол...

Говоря о лекарственных препаратах как индивидуальных химических веществах, необходимо определить происхождение этих веществ. Большая часть известных препаратов — это вещества, полученные методами органического синтеза из компонентов природных углеводов, например нефти. На втором месте — лекарства, продуцируемые микроорга-

низмами (в том числе антибиотики). На третьем — препараты, исходные вещества для которых выделяют из растений, то есть растительные метаболиты и их производные.

Подход к таким лекарствам из растений может быть различным. Их можно использовать в том виде, в каком их производит матушка-природа. К ним относятся камфара, известная человечеству уже несколько тысячелетий, морфин, который до сих пор используют в качестве обезболивающего средства, таксол, широко применяемый в химиотерапии опухолей, и другие вещества. Расскажем о них чуть подробнее.

В Средние века вездесущие арабские купцы завезли в Европу белое пахучее

вещество, которое они называли «камфар». Вероятно, камфара стала первым растительным метаболитом, полученным человеком в химически индивидуальном виде. В Китае и Японии ее уже в глубокой древности выделяли с помощью примитивной технологии из древесины камфарного дерева. Описано три вида этого дерева, произрастающих в Южном Китае, Японии и на Тайване, — из них добывают D-камфору. Поиски новых природных источников привели к пихте — ее ветки содержат эфирное масло, из ключевого компонента которого, борнилацетата, не слишком сложно получить камфору. Хотя пихтовая камфара имеет L-конфигурацию (то есть это оптический антипод японской), она также обладает



нужными лечебными свойствами. У нас в стране ее получали из пихты, а потом оказалось, что камфара есть и в полынях. Эфирные масла полыней черной, морской и белоземельной более чем наполовину состоят из L-камфары. Специальные исследования показали, что в качестве медицинского препарата можно использовать не только оптически активные право- и левовращающие изомеры, но и их рацемическую смесь. Уже в XIX веке медики знали, что камфара — прекрасный стимулятор центральной нервной системы. Ее применяют при острой и хронической сердечной недостаточности, коллапсе, угнетении дыхания, при отравлениях снотворными препаратами и наркотиками.

Морфин выделили из опия в 1803 году, и он стал первым и основным представителем наркотических анальгетиков (обезболивающих средств). У таксола история менее древняя, но не менее интересная. Его получили из экстракта коры тихоокеанского тиса и начали активно исследовать как противораковый препарат в 1975—1976 годах. Чуть позже, когда выяснилось, что он связывается с белком тубулином и предотвращает образование микротрубочек, которые ответственны за образование веретена деления в клетке (иными словами, останавливает деление), стало понятно, что это принципиально новое лекарство. Появление таксола в онкологии произвело микрореволюцию: это вещество позволило по-новому понять цитотоксическое действие и открыло путь к созданию новых средств для химиотерапии рака.

Довольно быстро обнаружилось, что трансформация природных молекул — это путь к усилению природной активности, к снижению нежелательных побочных эффектов и к появлению абсолютно новых полезных свойств. В качестве примера можно привести уже упомянутый канцеростатик таксол, модификация молекулы которого позволила получить почти 1500 новых активных структур. Десяток из них, без сомнения более удачных по сравнению с исходным веществом, уже проходит клинические испытания.

Часто бывает, что даже растительные метаболиты, не имеющие никаких полезных лечебных свойств, химики все-таки используют как исходные вещества для модификации. Потрясающий пример — ситостерол, добываемый из побочных продуктов производства целлюлозы или из соевого масла. В знаменитом справочнике М.Д.Машковского «Лекарственные средства» вы найдете более 50 так называемых препаратов стероидной природы, и все это производные ситостерола.

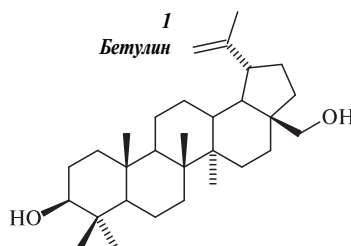
В институтах Сибирского отделения РАН, в частности в Новосибирском институте органической химии (НИОХ)

Н.Н.Ворожцова, давно исследуют растительное богатство Сибири. Еще в 60—80-х годах прошлого века в лаборатории лесохимии получили данные о составе скипидаров и живиц хвойных деревьев (живица — смолистая густая масса, выделяющаяся из разрезов коры), выделили новые соединения и установили их структуру. Фактически была заложена база для создания лекарств из метаболитов растений. В 1996 году в институте организовали отдел химии природных и биологически активных соединений, который сейчас работает в тесной связи с другими химическими и фармакологическими подразделениями — это необходимо для эффективного и успешного поиска лекарств. Кстати, для продуктивной работы в НИОХе пришлось реанимировать учрежденные еще Н.Н.Ворожцовым экспедиции, которые выявляли ареалы и заготавливали растения — продуценты перспективных веществ.

Источник всех препаратов, разрабатываемых в лаборатории, — индивидуальные вещества, полученные из растений Сибири. Только за последние десять лет работы на животных было протестировано около тысячи новых потенциальных препаратов с применением более 60 физиологических тестов. В результате сегодня у нас есть большой список веществ-кандидатов в препараты с 15 видами фармакологического действия. И все это из деревьев, трав и кустарников, которые растут вокруг нас.

Береста и смола

Начнем с березы. Ее береста толщиной 2—3 мм содержит до 30% чудесного вещества бетулина (рис. 1). Эта молекула привлекает внимание исследователей многих стран. Синтезированные



за рубежом производные бетулина сейчас проходят там клинические испытания в качестве противораковых и противовирусных средств. У нас также разработаны технологии получения этих соединений, но есть и другие, не менее интересные его производные. Например, «Бетамид» — первый в мире корректор токсических эффектов цитостатиков, которые применяют в химиотерапии. Восстановление организма после химиотерапии — проблема очень серьезная, поскольку препараты, убивающие раковые клетки, наносят немалый урон и самому организму. «Бетамид»

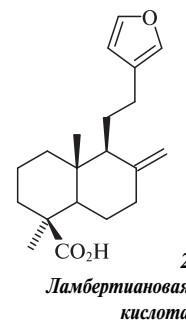
обладает также антиоксидантным и противовоспалительным действием, поэтому его можно применять и во многих других случаях.

Еще одно производное бетулина отлжно бороться с вирусом, в том числе с ВИЧ-инфекцией (условное название такого потенциального лекарства «Бетулавир»). Он не только более активен против вируса СПИДа, чем применяемый сейчас «Азидотимидин», но и к тому же малотоксичен и не дает побочных эффектов. Сырьевые ресурсы исходного вещества бетулина безграничны, а среди его производных есть и другие соединения, которые могли бы стать лекарством против ВИЧ-инфекции. Совместно с ГНЦ ВБ «Вектор» мы провели обширные исследования, и в результате на нашей полке стоит несколько веществ — кандидатов в анти-ВИЧ-препараты, полученных как из бетулина, так из других метаболитов растений. Остается вопрос: как пройти клинические исследования и получить разрешение, чтобы эти препараты попали к больным?

Но это еще не все. Из бетулина также синтезированы производные, которые применяют для лечения заболеваний печени, для профилактики и лечения вирусных гепатитов, а также перспективные средства для лечения рака. А есть еще листья березы. Из них можно получить бетулафиленриол, а он легко превращается в протопанаксадиол, который сейчас извлекают из женьшеня. Это соединение сейчас успешно проходит клинические испытания как препарат от рака (канцеростатик). Между тем из тонны сухих листьев можно было бы получить до десяти килограммов активного вещества, и оно стоило бы куда дешевле, чем полученное из женьшеня.

Перейдем к кедру сибирскому. Наверное, первое, что вспомнится всем, — кедровый орех, но химиков интересуют другие части растения.

Когда-то в старину в Сибири использовали как общеукрепляющее средство водный отвар хвои кедра. И не зря, поскольку хвоя и ветви кедра содержат ламбертиановую кислоту (рис. 2). Из одной тонны сухих



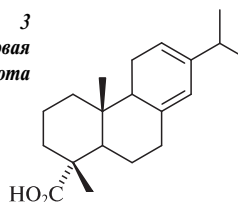
отходов лесозаготовки можно извлечь до 30 килограммов этого дитерпеноида, на основе которого получится прекрасный препарат, улучшающий память, регулирующий общее и психическое состояние человека. После трансформации ламбертиановой кислоты получается обезболивающее, которое не уступает по эффективности опиоидным анальгетикам. Его главное преимущество — отсутствие привыкания.

Кора кедра также преподнесла немало сюрпризов. Наверное, все слышали про «французский парадокс» — во Франции много и вкусно едят, но при этом французы меньше других страдают от атеросклероза и инфаркта миокарда. Считается, что причина в красном вине, которое в этой стране пьют почти каждый день. В нем содержится повышенное количество ресвератрола, исследованию фармакологической активности которого посвящены целые тома. Сейчас полагают, что ресвератрол нужно также использовать при создании препаратов для лечения лейкозиев, рака молочной железы и карциномы шейной зоны. Где взять это вещество? Зарубежные фирмы разработали его полный химический синтез, что сразу повышает стоимость конечного препарата. Между тем кора кедровая сибирского, как оказалось, содержит более 5% смеси ресвератрола и его производных. А ведь кора — это обычный отход лесозаготовки и производства кедровой древесины.

Вряд ли найдется много растений, которые дали бы человеку столько же полезных химических веществ, как сосна. Уже не первый век используют живицу сосны, состоящую из монотерпеноидов и дитерпеновых кислот (их называют смоляными). Монотерпены отделяют, и получают скипидары, а смоляные кислоты составляют основу канифоли. Конечно, деревья для этого не рубят. Скипидар и канифоль извлекают из пней, оставленных на лесозаготовках. Их выкорчевывают, превращают в щепу и экстрагируют бензином — это стандартная операция в заготовке леса. Сегодня компоненты скипидаров все больше используют для приготовления лечебных средств, а канифоль целиком уходит в резинотехническую, бумажную и полимерную промышленность.

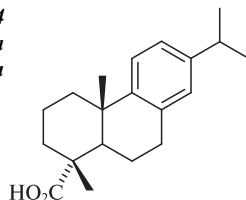
Такое широкое применение смоляных кислот не могло не натолкнуть на мысль поискать среди их производных фармакологически перспективные вещества. Успехи не заставили себя ждать. В сосновой живице оказалось довольно

3
Левопимаровая
кислота



много левопимаровой кислоты (рис. 3), на основе которой химики синтезировали целую библиотеку новых веществ. Пожалуй, самая интересная находка среди них — соединение, понижающее кислотность желудка и не уступающее по противоязвенному действию известному омепразолу. Кстати, мировой объем реализации подобных препаратов составляет миллиарды долларов США, и большинство их Россия закупает. Есть еще один пример — зарубежные специалисты получили из канифоли дегидроабетиновую кислоту (рис. 4) и создали

4
Дегидроабетиновая
кислота



на ее основе еще один противоязвенный препарат, «Экабет». У нас тоже есть технология получения подобного препарата, равно как и других интересных производных этой кислоты. В библиотеке синтезированных нами веществ есть эффективные противовоспалительные, противовирусные и противоопухолевые средства.

Надо сказать еще об одном открытии, значение которого трудно переоценить. Из компонентов скипидаров с помощью каталитических методов получили обширный класс соединений, среди которых наши фармакологи обнаружили вещества антипаркинсонического действия. Это, несомненно, открытие, поскольку для лечения тяжелой болезни Паркинсона используют практически единственный препарат — леводопа. Если повезет, то появится и новый, под названием «Диол».

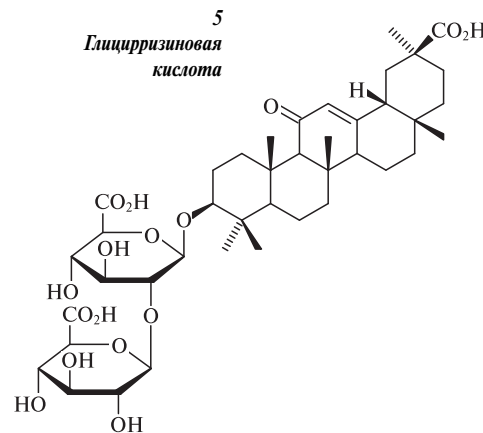
Аптекарские травы

О полезных веществах, которые получают из лесных деревьев, можно рассказывать долго. Справедливо ради надо немного сказать и о травах. Начнем со сладких солодок, три вида которых произрастают в сибирских, приволжских и приуральских регионах России. Солодку с древности употребляли как лечебное средство, и это документально зафиксировано. Богатейшую культуру применения корня солодки накопили народы Азии — она включена в древние китайские и тибетские травники. В Древней Греции «сладкий скифский корень гликея» также был важнейшим лечебным средством, а благодаря арабским врачам раннего Средневековья, в том числе Авиценне, солодка проникла в Европу.

Исследования второй половины XX века показали, что одно из действующих

активных веществ солодки — глицирризиновая кислота (рис. 5). Она помогает при болезни Аддисона, действует как противовоспалительное, обезболивающее, антиаллергическое, антисклеротическое, иммуностропное и противовирусное средство. Солодка содержит много активных соединений, но нет сомнения, что еще одно — глицирретовую кислоту — ожидает большое будущее. Ее производное, которое мы синтезировали (структурный аналог противоопухолевого препарата CDDO, проходящего за рубежом клинические испытания), показало отличную активность.

5
Глицирризиновая
кислота



В свое время в 80-х годах уфимская школа химиков синтезировала несколько сотен новых производных глицирризиновой кислоты. Это стало важным направлением в фармакологии, и в результате появились разнообразные фармакологически перспективные вещества (их называют агентами). Но потенциал глицирризиновой кислоты еще не исчерпан. Тогда же, 30 лет назад, было доказано, что она образует комплексы с действующим веществом лекарства, тем самым повышая его активность и позволяя существенно снизить терапевтическую дозу. Часто у таких комплексов с известными лекарствами даже появляются новые полезные свойства.

Согласитесь, что это интереснейший, совершенно новый подход для создания низкодозных препаратов. Многие активные субстанции благодаря ему обрели бы другую жизнь. Кстати, как выяснилось, подобные комплексы могут образовывать не только метаболит солодки, но и полисахариды — в частности арабиногалактан.

Вот, например, известный препарат симвастатин, снижающий уровень холестерина в крови. Если его назначают, то обычно уже для постоянного, пожизненного приема, а между тем это лекарство (как и все его аналоги) совсем небезобидное. Если же сделать комплекс симвастатина с глицирризиновой кислотой, то необходимая доза снижается в 3—5 раз, и такой препарат обладает меньшими побочными эффектами. Поскольку наша страна закупает статины



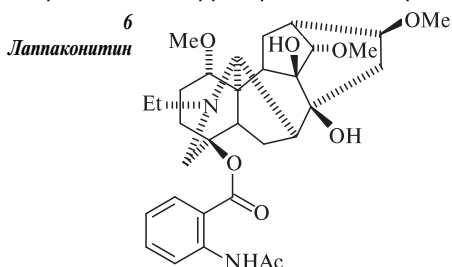
на сотни миллионов долларов, то легко подсчитать, сколько можно сэкономить, наладив производство комплексного «Симваглизина». А главное — его смогут принимать больше людей, для которых сейчас этот препарат недоступен из-за высокой цены или побочных эффектов.

Еще один замечательный пример — комплекс глицирризиновой кислоты с широко известным нифедипином. Обычный нифедипин — тоже препарат постоянного приема для людей с повышенным давлением (он регулирует и деятельность сердечной мышцы). Метаболит солодки чудесно изменил свойства нифедипина. Требуемого понижения давления удается достичь с дозой, уменьшенной в десять раз, причем одновременно с упомянутым действием на сердечную мышцу. Если же дозу снизить в 29 раз, то лекарство не понижает давление, однако у него появляется антиаритмическое действие. Кроме того, комплекс, в отличие от исходного препарата, растворим в воде, а это открывает возможности для создания внутривенной лекарственной формы. Когда требуется скорая помощь, это бывает необходимо.

Второй комплексобразователь, полисахарид арабиногалактан, тоже дает очень интересные результаты и наверняка тоже приведет к новым препаратам. Например, его комплекс с нестероидными противовоспалительными средствами — индометацином и ибупрофеном — позволяет снизить дозу последних в 10–20 раз и уменьшить побочные эффекты (в данном случае — это язва желудка). Такой же замечательный эффект дают комплексы с транквилизаторами диазепамом и медазепамом: в сочетании с арабиногалактаном можно уменьшить дозы соответственно в два и десять раз. Нерастворимый в воде антиаритмик амиодарон в виде комплекса делается растворимым и становится более удобным для применения.

Невозможно рассказать обо всех группах активных веществ из растений, но о растительных алкалоидах упомянуть необходимо. Здесь первенство принадлежит исследователям узбекского Института химии растительных веществ — они провели огромный объем фундаментальных исследований и описали, какие растения СССР выделяют алкалоиды. А еще они нашли путь создания из них лекарственных препаратов. После первых же наших экспедиций по Алтаю оказалось, что многие из описанных узбекскими исследователями алкалоидсодержащих растений встречаются и у нас, а значит, мы также имеем практически неограниченный ценнейший запас этих веществ. Особенно интересны акониты, два вида которых продуцируют дитерпеновый алкалоид лаппаконитин (рис. 6). Этот метаболит примечателен тем, что из

него совместными усилиями знаменитой научной школы химика С.Ю.Юнусова и медика-кардиолога Е.И.Чазова когда-то был создан и успешно применяется и сегодня антиаритмический препарат аллапинин. «Лечебные» виды аконитов распространены в России настолько широко, что препаратами на основе лаппаконитина мы можем обеспечить весь мир. Только на территории Южного Урала



без ущерба для экологии можно заготавливать тысячи тонн корней аконита, что даст десятки тонн целевого алкалоида. Причем лаппаконитин — это стартовое соединение, а его синтетические трансформации, как показывают предварительные исследования, дадут в несколько раз менее токсичные и более активные антиаритмики.

Препараты из опилок

Дальше речь пойдет о препаратах из лиственницы, а в этой сфере несомненный приоритет принадлежит химикам Иркутского института химии им. А.Е.Фаворского (ИРИХ СО РАН). Его долгое время возглавлял академик М.Г.Воронков, много лет бывший в первой пятерке рекордсменов по числу научных публикаций (ему в этом году исполнится 90 лет). Михаил Григорьевич с учениками выполнил огромные циклы экспериментальных работ, в которых, в частности, была открыта разнообразная физиологическая активность органических производных кремния и на основе силатранов созданы препараты для лечения самых различных заболеваний. Но это синтетические вещества природного происхождения. В институте же немалый интерес проявляют и к лекарствам на основе природных растительных метаболитов.

Два вида лиственницы занимают в Восточной Сибири миллионы квадратных километров. Сибирская целлюлозно-бумажная промышленность впервые в мире освоила технологию получения высококачественной целлюлозы из древесины лиственницы. А в ходе лесозаготовки и переработки ежегодно получают миллионы кубометров коры, ветвей, щепы, опилок. В Иркутском институте химии впервые обнаружили, что из отходов древесины можно выделять высокоактивный антиоксидант дигидрокверцетин. Сегодня он стал стандартом антиоксидантной активности, а биологически активные добавки на

его основе продаются в каждой аптеке.

На самом деле отходы древесины (щепы, сучья, опилки) дают не одно, а два замечательных вещества. Одна тонна отходов выдает технологу от трех до пяти килограммов флавоноида дигидрокверцетина и несколько десятков килограммов полисахарида арабиногалактана (о нем шла уже речь раньше). Это ценнейшее вещество, к сожалению, миллионами тонн сжигают в промышленных печах.

Между тем сотрудниками Иркутского института химии совместно с Научно-исследовательским институтом гриппа уже создан препарат «Араглин», содержащий оба эти компонента лиственницы. «Араглин» обладает иммуномодулирующей, антиоксидантной, детоксицирующей, гепато- и гастропротекторной активностью, он хорош для профилактики и лечения респираторных и вирусных инфекций.

Кора лиственницы содержит и другие ценные вещества: фенолоксиолы, флавоноиды, антоцианиды. Из них можно получить если не лекарства, то биологически активные добавки, которые ничуть не хуже, но при этом несравнимо дешевле импортных аналогов. Конечно, правильно было бы, если бы гниющая на лесоповалах и сжигаемая кора лиственницы стала источником важных лечебных средств. Тем более что для многих доступных метаболитов отработана технология производства и даже проведены необходимые испытания активности.

Чтобы решить эти задачи, представляется разумным создать на базе сибирских институтов РАН и РАМН, некоторых вузов и клиник, а также Сибирского филиала Росздравнадзора, Сибирский центр по разработке новых лекарственных препаратов. Тогда можно было бы соединить всю цепочку разработок — от лабораторного синтеза до технологических регламентов и от первичных фармакологических и полных доклинических исследований до клинических испытаний. Это наверняка резко сократило бы время внедрения наших лекарств, большинство из которых до сих пор лежит на полке.

В подготовке статьи также принимали участие доктор химических наук Н.Ф.Салахутдинов и доктор биологических наук Т.Г.Толстикова

Из чего делают растения

Е.Клеценко

Материалы и методы

*Все выполнимо на свете!
Словно молоденький ствол,
Раз под рукою поэта
Посох цветами зацвел...*

Новелла Матвеева

Садовод покупает черенок яблони; любитель узамбарских фиалок бережно несет домой мохнатый листок, подаренный единомышленником; в метре от тополя с обломанной вершиной из земли лезет целая роща молодых побегов — все это примеры вегетативного размножения у растений. А вегетативное размножение — это, согласно словарю, образование новой особи из многоклеточной части тела родительской особи. Многоклеточная часть может быть как специально предназначенной для размножения (клубень, луковица), так и неспециализированной (побег, почка, участок стебля или корня). Но в любом случае это будет бесполое размножение, при котором растение-потомок генетически идентично материнскому.

У многоклеточных животных вегетативное размножение — скорее редкость, а в царстве растений оно широко распространено. Широко, однако не повсеместно. Кто из нас не огорчился в детстве, когда узнавал, что сорванные полевые цветы не могут пустить корни и обязательно завянут! Некоторые растения ни в какую не желают размножаться вегетативно, другие «согласны» только на определенные способы (скажем, луковица, но не лист). Почему так и от чего это зависит — важный вопрос как для теоретической биологии, так и для практических нужд.

Зададим чисто теоретический вопрос: а каков минимальный размер этой самой многоклеточной части, способной дать жизнь новому растению? (Для практических целей, понятно — чем меньше, тем лучше бы.) Чисто теоретический ответ: в пределе должно хватить и одной клетки. В ней имеется вся необходимая генетическая информация, да и при половом размножении зародыш развивается из одной клетки, которая образована слиянием яйцеклетки и спермия, проникшего в завязь из пыльцевой трубки... На самом деле в так называемом двойном оплодотворении у цветковых растений участвуют минимум пять клеток (яйцеклетка плюс один спермий дают зародыш, две полярные материнских клетки плюс еще один спермий — эндосперм, источник питательных веществ для зародыша в семени, подробности смотри в школьном учебнике ботаники). Как мы увидим далее, это важно. Но в принципе все верно: каждое живое существо, а значит, и каждое растение, от фиалки до секвойи, начиналось с единственной клетки. И даже десяток клеток с точки зрения быстрого и дешевого размножения выгоднее, чем целый клубень.





современные биотехнологии. Теперь это возможно, но тогда все было впервые.

В нашей стране технологии культивирования клеток высших растений также появились в конце 50-х. Здесь в первую очередь следует упомянуть Раису Георгиевну Бутенко (1920—2004), члена-корреспондента АН СССР с 1974 года, в 1984-м получившую вместе с коллегами Государственную премию за «разработку фундаментальных основ клеточной (генетической) инженерии растений». В конце 50-х годов под ее руководством была создана лаборатория изолированных тканей и органов растений Института физиологии растений им. К.А.Тимирязева. Сейчас это отдел биологии клетки и биотехнологии ИФР РАН — именно там были выполнены многие из тех пионерских работ, о которых мы будем говорить дальше.

Идея культуры растительных клеток кажется простой: возьмите кусочек растительной ткани, по возможности свободной от посторонних микроорганизмов, и поместите эксплант на специальную среду. Наибольшее распространение получила среда Мурасиге — Скуга (она названа в честь Тосио Мурасиге и Фольке Скуга, работавших в университете Висконсин — Мэдисон) и ее модификации. Среда содержит агар-агар (по консистенции она похожа на твердый холодец), сахарозу и минеральные вещества. В нее также добавляют антибиотики, чтобы подавить размножение бактерий, и, главное, растительные гормоны, или фитогормоны, — вещества, регулирующие рост и направление развития клеток.

Первое, что происходит с клетками в культуре, — дедифференциация. Они утрачивают характерные признаки клеток листа или корня и становятся «просто клетками», способными дать начало каждой из тканей растения. Фактически этому способствует само отделение кусочка ткани, освобождающее клетки от диктата организма. Известно, что судьбу клетки в значительной мере определяют ее окружение, характер контактов с другими клетками, хотя механизм этого влияния изучен не до конца.

Многие растительные гормоны хорошо знакомы современным цветоводам и огородникам, и для них не будет неожиданностью, что клетки в культуре заставляют делиться определенная комбинация ауксинов и цитокининов. Сравнительно высокие концентрации ауксинов стимулируют рост, причем особенно активно влияют на корнеобразование. Гиббереллины также стимулируют рост, ускоряют развитие листы, созревание семян. Абсцизовая кислота, напротив, — гормон покоя: она останавливает созревание плодов, тормозит прорастание, уменьшает испарение влаги листьями, замедляет синтез ферментов, участвующих в фотосинтезе, а название ее происходит от *abscission* — «опадение листьев». Созреванием плодов и листопадом управляет также этилен. На самом деле об эффектах растительных гормонов, об их взаимодействиях между собой можно сказать еще многое, но главное понятно: это инструменты, с помощью которых биотехнолог может работать с культурой клеток, как скульптор с глиной и металлом. То есть получать все, что ему угодно, в пределах возможностей материала.



Лабораторные эксперименты подтвердили: целое растение можно вырастить из крохотного кусочка ткани *in vitro* — в пробирке, колбе или чашке Петри, в стерильных условиях. Эксплантом, то есть родоначальником культуры, может быть и почка, и побег, и фрагмент стебля или корня.

Идеи о возможности культивировать растительные клетки впервые возникли еще на рубеже XIX и XX веков, но, чтобы воплотить их в жизнь, потребовалось много экспериментов. Способность культур растительных тканей к неограниченному росту в 30-е годы показал французский исследователь Роже Готре и независимо от него — американец Филипп Уайт. (Пишут, что культура каллусной ткани моркови, полученная Готре, сохранила жизнеспособность до наших дней.) К перспективной теме обратилось множество ученых по всему миру, и в следующие два десятилетия были достигнуты значительные успехи. Американский ученый Фредерик Стюард, работая с тканью моркови, получил из нее в 1958 году целые растения. В монографии Готре «Культура растительных тканей», вышедшей годом позже, упоминаются уже 142 вида высших растений, выращиваемых *in vitro* (эта монография впервые была издана на русском языке в 1949 году). Сегодня, если вы наберете в окошке поисковика «тканевая культура», а лучше «tissue culture», то найдете подробные инструкции для учителей биологии, желающих повторить в классе опыты Готре и Стюарда, и сайты любителей редких растений, испытывающих на своих любимцах

Из делящихся клеток в культуре образуется каллусная ткань (до эры клеточных биотехнологий каллусом называли аморфные шрамы и наплывы, закрывающие раны растений). Через определенный срок часть каллуса пересаживают на новую среду. Иногда бывает удобно вместо твердой среды использовать жидкую и растить культуру в колбе на качалке — тогда клетки и их небольшие скопления образуют в растворе суспензию. В некоторых случаях клетки обрабатывают специальными ферментами, разрушающими твердую клеточную стенку, — такие «голые» клетки называют протопластами (для чего это бывает нужно, расскажем позже).

Интересно, что не все клетки в культуре одинаковы, несмотря на генетическую идентичность исходного материала и, казалось бы, идентичные для всех условия. В культуре действуют свои факторы отбора. Вот лишь один пример, который приводит в популярной статье заведующий отделом биологии клетки и биотехнологии ИФР доктор биологических наук, профессор А.М.Носов: «Культура клеток может существовать только в цепи последовательных пересадок. В подобных условиях вероятность «попадания» в следующий цикл роста выше у потомства интенсивно делящихся клеток. Другими словами, в условиях пересадочной культуры изолированных клеток происходит их отбор по признаку интенсивной пролиферации, то есть деления. Достаточно большое число пересевов приведет к тому, что в культуре будут преобладать клетки, темп деления которых будет повышен по сравнению с исходным» («Биология в школе» 2004, № 5).

Клетки в пересеваемой культуре различаются по множеству признаков: форме и размеру клетки, способности к синтезу и накоплению различных веществ и даже генетически — например, по числу наборов хромосом. (Это установили Р.Г.Бутенко и Э.Б.Шамина в Институте физиологии растений.) С одной стороны, это замечательно: есть гетерогенность — значит, есть рычаги воздействий на клетки и материал для отбора. С другой стороны, необходимо иметь в виду, что растение, выращенное из культуры, может и не быть в точности таким же, как исходное.

Выращивать новые растения из культуры клеток (такие растения называют регенерантами) можно различными способами. Если из каллуса развиваются органы растения — корни или побеги, а из побега, в свою очередь, вырастает целое растение, то говорят об органогенезе. Одна из возможных схем — микропобеги укореняют в растворе или среде с ауксином, а когда корневая система становится достаточно развитой, маленькое растение извлекают пинцетом или специальным крючком и высаживают в простерилизованный грунт. Этот сценарий напоминает вегетативное размножение в природе. Но есть и другой путь: соматический эмбриогенез. При этом из клеток культуры в определенных условиях формируются зародыши растений — эмбриониды, почти такие же, как в семенах, и уже из них получают растения-регенеранты.

А теперь от теоретических вопросов перейдем к практике. Для чего нужны методы клеточной инженерии, позволяющие выращивать и размножать растения «в пробирке»?

Технологии природных лекарств

Цена на дикорастущий женьшень в Китае громадная и, по рассказам маньчжур, простирается до двух тысяч рублей серебром на наши деньги за один фунт корня. Возделываемый же на плантациях женьшень стоит несравненно дешевле и продается только по 40—50 руб. серебром за фунт.

Н.М.Пржевальский.

Путешествие в Уссурийском крае. 1868—1869.

Первая и, может быть, самая важная задача — получение растений или растительных тканей, из которых можно добывать полезные вещества. Их называют веществами вторичного

метаболизма, в отличие от первичных метаболитов, которые необходимы самому растению в его «домашнем хозяйстве» и встречаются в клетках всех растений. (Термин «вторичные метаболиты» ввел в 1891 году известный немецкий биохимик и физиолог Альбрехт Коссель.) В основном это вещества, ответственные за контакты с внешним миром, — например, эфирное масло или горечь, отпугивающие травоядных животных, либо компоненты аромата цветка. Они нужны растению, но без них оно прожить может, а вот без глюкозы — никак. Биохимические пути синтеза вторичных метаболитов — как бы надстройка над системой жизненно необходимых реакций. Но именно среди них встречаются уникальные лекарственные соединения.

В XIX веке европейцы знали о корне женьшеня в основном из книг знаменитых путешественников. Теперь препараты женьшеня продаются в каждой аптеке, его экстракты добавляют в косметику и тонизирующие напитки, и все это стоит совсем не дорого. На вопрос, каким образом целебный таежный корень попал из легенды на прилавки, покупатель в аптеке, подумав, отвечает: «Ну, его же окультурили, не собирают в тайге, а выращивают». Правильно, только растет женьшень восемь лет, и все это время посадки должна обслуживать целая армия людей. Гораздо практичнее выращивать в реакторах биомассу, производящую целебные вещества. В культуре можно получить до двух граммов сухой биомассы с одного литра среды за сутки (масса одного корня женьшеня на плантации увеличивается на 1—2 г в год).

Пионерские работы по введению женьшеня в культуру в Институте физиологии растений Р.Г.Бутенко с сотрудниками начали еще в 1957 году. Они не только получили культуру клеток и тканей женьшеня, но и начали искать штаммы — суперпродукенты активных веществ. Приоритет промышленного получения биомассы культуры клеток женьшеня также принадлежит России. (Кстати, и вообще производство растительной биомассы в промышленных масштабах впервые было налажено в нашей стране.) Сегодня большие успехи в этой области достигнуты в отделе биологии клетки и биотехнологии ИФР под руководством А.М.Носова.

Для промышленной биотехнологии мало нарастить каллусную ткань или суспензию, нужно еще настроить ее метаболизм на производство нужных веществ. В этом биотехнологам помогает целый корпус наук. Фитохимия изучает строение вторичных метаболитов и их локализацию в растениях — каждому травнику известно, что у одного растения полезен корень, у другого цветы, и ни в коем случае не наоборот. Биохимия растений исследует пути синтеза лекарственных веществ, физиология — их роль в жизнедеятельности растения. Все это необходимо знать, чтобы грамотно работать с культурами клеток.

Перечислять лекарственные растения, выращиваемые в биореакторах, можно долго, и список их все время растет. Культуры женьшеня настоящего, американского и японского производят тритерпеновые гликозиды гинзенозиды (панаксозиды). Из тиса ягодного получают таксол, или паклитаксел, для лечения рака (см. статью «Лекарства из растений» в этом же номере). Тис в Европе, как пишут ботанические энциклопедии, распространен спорадически, в России не особенно популярен, и растет он исключительно медленно — а между тем только во время испытаний нового противоракового препарата было уничтожено 12 тысяч деревьев. Мы писали о стевии, из которой получают перспективный подсластитель стевиозид (см. «Химию и жизнь», 2005, № 4). Стевия растет только в Южной и Центральной Америке, а в наших широтах ее культивировать затруднительно: она не переносит температуры ниже +12°C. В таких случаях биореакторы — вообще единственный выход. Диоскорея дельтовидная в культуре производит фураностаноловые гликозиды и диосгенин, из которого, в частности, получают гормональные препараты,

раувольфия змеиная — алкалоид аймалин, применяемый как антиаритмическое средство...

Чаще всего для последующей экстракции в пробирках выращивают не растения, а каллусную ткань. В качестве экспланта берут ткань, богатую нужным веществом и способную к каллусогенезу. Например, у тиса это хвоя, у можжевельника сибирского, который не так давно ввели в культуру в Красноярске (кандидат технических наук Е.Н.Аёшина, Сибирский государственный технологический университет), — почки, побеги. Затем самое важное — подбор условий для оптимального биосинтеза и поиск штаммов-суперпродуцентов. А уже после этого приходит время переместиться из лабораторного сосуда в промышленный биореактор.

Букет клонов

Он протянул мне пластиковый контейнер, разделенный на две части. Нижняя часть была заполнена какой-то жидкостью, в которую спускался стебель. В другой половине была большая, только что распустившаяся роза. В ту ужасную ночь она показалась мне бокалом кларета.

Роджер Желязны. Роза для Экклезиаста

Замечали, как много стало на городских улицах киосков с надписью «Цветы»? Пессимисты даже волнуются: каждый день привозят целые снопы безупречных роз и хризантем, и к вечеру они не до конца раскупаются — это ж какой убыток, раньше такого не бывало, да вправду ли это цветочная торговля или, может, прикрытые для криминальных структур? Насчет криминальных структур не знаем, но раньше такого действительно не было. Одна из тех незаметных перемен, которые принесли в нашу жизнь биотехнологии: розы для каждого в любое время суток.

Здесь уже речь идет не о получении каллуса, а о клональном микроразмножении. Клональное — потому что все растения, выращенные таким путем, будут генетическими копиями «прародителя», от которого взят эксплант. (Да-да, если вы купили для своей девушки пять роз, то, возможно, это пять клонов одной и той же розы.) Микроразмножение — потому что из одного листа можно получить десятки растений.

Конечно, не всегда это бывает лист. Можно побудить к развитию уже существующую меристему, то есть растущую ткань — верхушку стебля, пазушные и спящие почки. Можно добиться того, чтобы почки появлялись уже в ткани экспланта, или же индуцировать соматический эмбриогенез — чтобы ткань порождала зародыши растения. Еще один метод — дифференциация почек из каллуса.

Эта технология произвела революцию в цветоводстве и садоводстве. Вегетативное размножение всегда имело огромную коммерческую значимость, а для некоторых видов цветов и плодовых деревьев оно практически не имело альтернативы. Никто не выращивает яблоню из косточки или тюльпаны из семян, все здравомыслящие люди приобретают саженцы и луковицы. К тому же семена — это результат полового размножения, а при половом процессе, как известно со времен Менделя, смешиваются признаки отцовского и материнского организмов. Для отбора и выживания наиболее приспособленных это полезно, поскольку повышает разнообразие, порождая новые комбинации признаков. Но садоводы обычно предпочитают стабильность — что изображено на фотографии в каталоге, то и должно вырасти, и никакой генетической лотереи. Стабильность признаков при размножении семенами обеспечивается поддержанием чистых линий (которые получают, например, путем самоопыления), но вегетативное размножение зачастую бывает технически проще.

Однако не у всех видов оно возможно. Сосны не черенкуются вообще, у разных видов орешника укореняется лишь



15—20% черенков. Договориться с такими упрямыми растениями можно в лаборатории. Теоретически в любом растении есть клетки, которые могут проявить тотипотентность, если суметь подобрать к ним ключик.

Принципиальную возможность клонального микроразмножения впервые показал на орхидеях французский ученый Жорж Морель (1960). Из одного протокорма — шарообразной структуры, которая образуется после прорастания семени орхидеи, — за год он получил миллионы растений. В то же время велись работы по клональному микроразмножению картофеля, и выяснилась еще одна перспективная возможность: растение можно избавить от вируса, взяв в качестве экспланта незараженный фрагмент. Инфекции — бич культурных растений, и избавиться от них обычными способами бывает очень сложно. Прodelать ряд не таких уж сложных лабораторных манипуляций и на выходе получить незараженный сортовой экземпляр — такая игра стоит свеч. Ранее считалось, что от вирусов свободен конус роста, так как вирусы распространяются по проводящим тканям, а они в меристеме еще не развиты. Потом стало известно, что вирусы перемещаются и по межклетникам, а это значит, что заражен может быть и конус роста. Но проверить, инфицирован ли эксплант, сегодня можно с помощью таких лабораторных методов, как иммуноферментный анализ или ПЦР.

Итак, клональное микроразмножение — это возможность получать генетически однородный и свободный от инфекций посадочный материал, причем быстро, в огромном количестве при небольших затратах, независимо от сезона, и метод подходит даже для тех растений, которые плохо размножаются обычными способами. Нетрудно представить и то, какие возможности клональное микроразмножение дает для исследований, для селекции и гибридизации. Было бы странно, если бы фирмы, торгующие цветами, декоративными и плодовыми культурами, не ухватились бы за эти технологии. «На одном квадратном метре можно разместить десять штативов, в каждом штативе 75 пробирок, и в каждой пробирке может быть от одного до трех растений, — рассказывает доктор биологических наук, Елена Анатольевна Калашникова, профессор кафедры генетики и биотехнологии Российского государственного аграрного университета — Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — В итоге примерно полторы тысячи растений мы можем спокойно получать на квадратном метре». Этот первый этап экономит очень много труда и места.

В производстве цветов сейчас лидируют Нидерланды, Эквадор, Польша. (Можно поспорить о том, хорошо это или плохо, что в крупные российские города цветы доставляют международными авиарейсами, но что имеем, то имеем.) «Голландия маленькая, примерно как Московская область, но зайдите в любой цветочный магазин, и вы увидите культуры голландского происхождения, — говорит Е.А.Калашникова. — Голландия практически отказалась от традиционных технологий и получает посадочный материал *in vitro*. Оборот цветов в ней колоссальный, голландские цветы поступают не только в Россию, во все страны земного шара. Статистики подсчитали,

что эта маленькая страна может обеспечить экземплярами любого растения из тех, что там продаются, каждого жителя Земли, от грудных младенцев до стариков».

Все сказанное касается, конечно, не только цветов, но и кустарников, и деревьев. Сосны, которые размножаются черенками категорически не хотят, удалось размножить в культуре (хотя это один из самых сложных объектов). Лидеры в этой области — скандинавские страны и Канада: размножение сосен для них уже не проблема. Размножением хвойных *in vitro* занимаются и в Тимирязевской сельскохозяйственной академии. Деревья хвойных пород, как рассказывает Е.А.Калашикова, таким способом можно получить за 10—12 лет вместо 60. Кстати, в красноярском Институте леса СО РАН успешно работают над сохранением уникальных сибирских видов хвойных с помощью биотехнологий.

А почему же эти розы, которые продают в киосках, совсем не пахнут? — возмущаются горожане. Запах где? Запах в тканевой культуре шиповника морщинистого (он же роза ругоза), из которой получают эфирные масла. Искусственный отбор, как и естественный, не всегда может преследовать две цели сразу. Или впечатляющий внешний вид, крупный размер и быстрый рост — или благоухание. Хотя гвоздики из тех же киосков пахнут неплохо...

Создание нового, сохранение старого

*...Или в пробирке, как в саду,
Вырастить новую еду
И применять взамен обычной
Или с обычной наряду.*

Михаил Щербakov

Теперь поговорим о направлениях, не столь коммерциализованных, но тем не менее важных и перспективных. Прежде всего это технологии, связанные с селекцией.

В начале статьи мы рассказывали о протопластах — растительных клетках без жесткой стенки, «освобожденных из деревянной тюрьмы», по выражению американского ученого Артура Галстона. Разработаны специальные методы, с помощью которых можно заставить два протопласта слиться. Это называют соматической гибридизацией. С ее помощью можно получать не только межвидовые, но и межродовые гибриды! При этом гибридизуются как ядерные, так и цитоплазматические геномы. (Цитоплазматические — это собственные геномы митохондрий и пластид: в обычном случае потомство наследует их, как и все, что содержится в цитоплазме, от крупной материнской клетки, но не от спермия, который несет лишь ядерные хромосомы.) Если у одного из протопластов инактивировать или удалить ядро, получится цибрид — растение, гибридное только по цитоплазматическим геномам. Подобными методами создают сельскохозяйственные растения с новыми ценными свойствами — например, «заимствуют» у диких видов картофеля устойчивость к болезням и вредителям, которой так не хватает культурным сортам. Соматическая гибридизация в своем роде не менее эффективна, чем создание ГМО.

Кстати, создание генно-модифицированных растений тоже предполагает работу с культурами клеток. В культуре гораздо быстрее можно разобраться и с биохимией нового растения — к примеру, проверить, синтезируется или нет вещество, которое будет защищать его от вредителей, или провести первичные испытания на безопасность. А если результаты будут удовлетворительными, быстрее можно получить новые растения в большом количестве.

С другой стороны, для некоторых клеточных технологий новые возможности предоставляет генная модификация. Искусственные семена — такое красивое название полу-

чили соматические эмбриониды растений, заключенные в гелевую оболочку (это впервые проделали Шерри Китто и Жюль Янник, публикация 1985 года). Но можно обойтись и без зародышей, если использовать культуру ткани корня, трансформированную бактериями *Agrobacterium rhizogenes*, они же *Rhizobium rhizogenes*, — это близкий родственник *Agrobacterium tumefaciens*, чаще всего используемой в генной инженерии растений. Поражая корни растений, эти агробактерии тоже внедряют в клетки свой генетический материал в виде плазмид и заставляют ткань хозяина продуцировать опины — источник пищи для «гостей», а также бурно расти. А бурно растущую ткань особенно удобно культивировать. Ее выращивают в биореакторах для синтеза вторичных метаболитов, а кроме того, изготавливают из такой трансформированной ткани вегетативные искусственные семена — кусочки корня в гелевой оболочке. Задачи все те же: размножение, хранение, оздоровление, транспортировка. В одном из последних номеров журнала «Физиология растений» (2011, т. 58, № 3) опубликована статья сотрудников ИФР РАН, посвященная «корневым» искусственным семенам шлемника байкальского и руты душистой.

Селекционерам, как и садоводам, нужны чистые линии — растения, гомозиготные по генам всех интересующих признаков. Высшие организмы (растения и животные) диплоидны (2n), то есть каждый ген у них существует в двух экземплярах — один получен от материнской половой клетки, другой от отцовской. Если эти копии одинаковы, то организм гомозиготен по этому гену, если различаются — гетерозиготен. Селекционерам требуются линии с высокой степенью гомозиготности, потому что в них возможен более жесткий отбор — никаких сюрпризов, связанных с рецессивными генами. (Рецессивные — это гены скрытых признаков: когда такой ген стоит в паре с более «сильным» доминантным геном, его эффект незаметен, а вот когда в одном растении встретятся два рецессивных гена, новый, не всегда желательный признак проявится.) Чтобы сделать гибридную линию стабильной путем самоопыления, нужны годы, на создание нового сорта уходит в среднем 10—12 лет.

Однако у высших организмов есть и гаплоидные клетки, с одним набором хромосом (n) — это половые клетки. Из школьного курса ботаники мы знаем, что растения не так чувствительны к плоидности, как высшие животные, — и тетраплоидные (4n), и октаплоидные (8n) организмы встречаются нередко. А в лабораторных условиях, если изолировать гаплоидные клетки — завязь с семяпочкой либо пыльники с микроспорами — и вырастить их в культуре, можно получить гаплоидное растение, все свойства которого будут как на ладони. Это сильно ускоряет работу селекционера.

Способ получения гаплоидов из культуры пыльников открыли в 1964 году индийские исследователи Сипра Гуха и Сатиш Махешвари. Позднее были найдены и способы получения гаплоидных культур из неоплодотворенных зародышей. Чтобы проверить, действительно ли растение гаплоидное, можно напрямую подсчитать число хромосом в клетках (для этого хорошо подходят активно делящиеся клетки кончиков корней). Есть и косвенный метод подтверждения гаплоидности — у таких растений примерно вдвое меньше хлоропластов в клетках устьиц, открывающих и закрывающих поры на листе.

Гаплоидные растения стерильны, но получить семена от них можно, если обработать колхицином. Это вещество (кстати, тоже растительного происхождения — алкалоид безвременника) разрушает микротрубочки веретена деления. В результате хромосомы не расходятся к полюсам — происходит их удвоение без деления, и их количество в одной клетке удваивается. Технология проста: ватку, пропитанную раствором колхицина, кладут на верхушку гаплоидного растения. После цветения оно дает семена, идеально гомозиготные.

Сравнительно недавно в РСХА таким образом научились получать гаплоидные и дигаплоидные растения-регенеранты белокочанной капусты из культуры. (Дигаплоидов получают гаплоидизацией полиплоидных растений, для тех же целей, что и гаплоидные из диплоидных; кто запутался в терминологии, пусть посмотрит в учебнике.)

Получение чистых линий — это второй этап традиционной селекции. Новые признаки, нужные селекционеру, дает гибридизация. Но бывает так, что выбранные генотипы не скрещиваются *in vivo* (потому, что цветут в различное время или из-за «анатомической несовместимости» — скажем, пыльцевая трубка, прорастающая из пыльцевого зерна, слишком коротка и не дотягивается яйцеклетки.) Однако во многих случаях оплодотворение можно произвести *in vitro*. «Жаль, что селекционеры мало этим пользуются», — отмечает Е.А.Калашникова.

Но и получить гибридные семена — это только первый шаг, они должны еще успешно начать развиваться и прорасти. А с этим бывают проблемы: например, если генетическое несходство родительских растений достаточно велико, может получиться так, что зародыш и эндосперм, обеспечивающий питание зародыша, станут развиваться асинхронно. В итоге зародыш погибнет либо от недостатка питательных веществ, либо будет отравлен их избытком. Но этого можно избежать, если извлечь зародыш из незрелого семени и поместить его в питательную среду оптимального состава. (Как это делается, можно посмотреть на обложке журнала.)

Не менее важная задача, чем создание нового, — сохранение и приумножение того, что у нас есть: клональное микро-размножение ценных гибридов и сортов, а также диких видов

и труднокультивируемых растений. О размножении мы уже сказали достаточно, теперь перейдем к хранению.

Как уже говорилось, в культуре мы волей-неволей ведем отбор в популяции клеток. Накапливаются мутации, изменяются свойства, и в конце концов не очевидно, что регенерант, выращенный из этой культуры, будет идентичен тому растению, от которого был взят эксплант. Если требуется неизменность в течение долгого времени, то гораздо эффективнее криоконсервация — хранение биообъектов *in vitro* в жидком азоте при —196°C. Разумеется, для этого необходимы специальная аппаратура, среды, содержащие криопротекторы, специальные режимы замораживания — размораживания и многое другое.

Во Всероссийской коллекции культур клеток высших растений (отдел биологии клетки и биотехнологии ИФР РАН) находится десяток каллусных и суспензионных культур клеток. Созданный там же криобанк был одним из первых в мире. Культуры женьшеня, созданные в 70-е годы, хранятся в ИФР до сих пор, не потеряв жизнеспособности. Там «спят» при сверхнизких температурах и другие уникальные штаммы-продуценты, например диоскореи дельтовидной, а также фрагменты тканей ценных сортов картофеля, земляники, малины, черной смородины.

Великие фантасты не любят подолгу задерживаться в лабораториях, но, несомненно, славный ботаник Кейн из рассказа Желязны, чтобы вырастить цветок для марсианской танцовщицы, первым делом отправился в походное криохранилище за каллусной тканью *Rosa sp.* Хорошо, что она у него была, иначе так бы и погибла древняя мудрая цивилизация.



Вадим Панин
Научные открытия,
меняющие мир
М., Питер, 2011

В техногенном мире нас уже ничто не способно удивить. Но как развивались бы события, если бы какое-то научное открытие не состоялось, а другое запоздало на несколько лет? Сколько опасностей таят новейшие изобретения, и как они могут изменить ближайшее будущее? Безопасен ли адронный коллайдер? Будут ли люди носить электронные чипы прямо в мозге? Станет ли клонирование органов панацеей? Подарят ли нам нанотехнологии вечную молодость и бессмертие, или человечество медленно вымрет, переселившись в виртуальную реальность? Сможем ли мы основать колонии на Луне и Марсе? Станет ли искусственный интеллект божеством? Изучив самые значимые научные открытия, повлиявшие на ход истории и способные изменить мир, автор анализирует альтернативные модели развития человечества, сценарии несостоявшихся событий, упущенные возможности и скрытые угрозы современной цивилизации.



Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ

Гэри Смолл, Гиги Ворган
Мозг онлайн.
Человек в эпоху Интернета
М., Азбука-Аттикус, 2011

Сегодня мы уже не можем себе представить жизнь без компьютеров и Интернета. Каждый день возникают все новые гаджеты, которые быстро становятся необходимыми для нашей работы, отдыха, общения с друзьями. Меняются наши реакции, образ мышления. Известный американский психиатр, профессор Лос-Анджелесского университета и директор Научного центра по проблемам старения Гэри Смолл вместе с Гиги Ворган, его соавтором и женой, утверждают: мы наблюдаем настоящий эволюционный скачок, и произошел он всего за пару-тройку десятилетий! По мнению авторов, перед человечеством стоит трудная задача: не превратиться в придаток компьютера, а остаться людьми и не разучиться сопереживать, общаться, любить...



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

Когда-то все пчелы были равны

Кандидат биологических наук

Н. Резник

Общественные, или эусоциальные, насекомые: термиты, муравьи, пчелы поражают наше воображение сложными внутрисемейными отношениями и жесткой кастовой системой. Отличительная черта этой системы — обширный класс рабочих особей, состоящий из бесплодных самок. Однако каждое живое существо стремится оставить как можно больше потомков, и ученые до сих пор окончательно не разобрались, как могли в ходе эволюции возникнуть и закрепиться генетические изменения, вызывающие массовую стерильность. Проблемы становления пчелиной социальности и образования касты рабочих пчел много лет изучает доцент Университета Флиндерса (Аделаида, Австралия) Майкл Шварц, но работает он не с медоносными пчелами, а с аллодапиновыми.

Аллодапины и социальность

Триба (это систематическая группа внутри подсемейства) аллодапиновых пчел *Allodapini* содержит около 300 видов, обитающих в Австралии, Африке, на Мадагаскаре и в Южной Азии. На них удобно исследовать социальность, потому что разным их видам свойственны различные варианты общественного устройства: от одиночной жизни до эусоциальности. Между этими полюсами лежит широкий спектр общественных отношений, причем у многих видов они могут меняться в зависимости от обстоятельств. Жители одной колонии в течение жизни играют разные социальные роли. Аллодапиновая пчела

2

Аллодапиновые пчелы селятся внутри стеблей и веток. Это гнездо устроено в колючке акации. Черное отверстие — вход. (Все фотографии взяты с сайта группы Шварца: http://www.scieng.flinders.edu.au/current/biology/mps/mpsimages_no_if.htm)



может начать карьеру нянькой при чужом расплоде, а закончить королевой. При настоящей кастовой системе такое невозможно: предназначение рабочей медоносной пчелы определено практически с самого рождения, и перемена участи ей не светит.

Несколько слов о кастовой системе. Она устроена одинаково у всех видов пчел, которым свойственна. Каст всего две — матки и бесплодные рабочие особи. Количество маток в гнезде может быть разным, но их всегда много меньше, чем рабочих. Обе касты состоят из самок, разительных генетических отличий между ними нет, личинку рабочей пчелы до трехдневного возраста даже можно «переразвить» в матку, изменив условия ее содержания. Есть у пчел и самцы, называются они трутнями. В отличие от самок, они выводятся из неоплодотворенных яиц и потому обладают половиной хромосомного набора. Трутни нужны только для оплодотворения маток, в дальнейшей жизни



1
Майкл Шварц — исследователь пчелиной социальности

пчелиного семейства они участия не принимают, поэтому и в кастовую систему их не включают.

У аллодапин есть еще одна интересная особенность: они не делают восковых сот и не расписывают яйца по ячейкам. Эти пчелы устраивают свои гнезда в середине сухого стебля или ветки и в туннелях, сделанных роющими насекомыми. В общих пчелиных ходах толкуются все личинки скопом и питаются одинаковой пищей. Самки некоторых видов кормят личинок персонально, другие же просто оставляют в гнезде большой комок пыльцы. Как все это не похоже на порядок, заведенный у медоносных пчел, при котором будущих рабочих особей и маток выращивают в ячейках, различных и по форме, и по расположению в улье, да и кормят по-разному! Рабочая личинка первые три дня жизни получает молочко — секрет специальных желез рабочих пчел, а затем смешанный корм из молочка, пыльцы и меда. Маточная личинка, напротив, питается исключительно

3

Гнездо в разрезе.
Взрослые пчелы *Echoneura* со своими личинками





4

Exoneurella tridentata — эусоциальный вид

молочком, причем буквально плавает в нем, в то время как рабочих личинок кормят строго дозированно.

Медоносные пчелы эусоциальны всегда, на протяжении всего существования колонии. У большинства аллодапин статус колонии меняется в зависимости от стадии ее развития. Например, пчела основывает гнездо и откладывает яйца. Поселение, состоящее из матери и ее личинок, называется субсоциальным, но остается таковым лишь до тех пор, пока не повзрослеют старшие дочери. Они могут разлететься и основать собственные гнезда. Но чаще молодые пчелы, не размножаясь, остаются при матери и помогают ей выращивать ее потомство. Такая колония может превратиться в эусоциальную. Эусоциальность подразумевает выполнение трех условий: насекомые нескольких поколений живут в одном гнезде, совместно добывают пищу, заботятся о потомстве и защищают жилище, при этом репродуктивные функции в группе разделены — некоторые насекомые размножаются, большинство же бесплодны и заняты на хозяйственных работах. Если после смерти основательницы появляется новая королева, сообщество останется эусоциальным. Однако сценарий «бесплодные дочери при плодовой матери» вовсе не обязателен для аллодапин, среди них известно лишь два строго эусоциальных вида. Во многих случаях дочери после смерти матери начинают размножаться, и колония превращается в квазисоциальную. Если же к размножению приступят не все сестры, их сообщество будет семисоциальным.

Например, самки одиночного вида *Exoneurella lawsoni*, живущие в уме-

ренном климате с выраженной сезонностью, весной делают новые гнезда, а когда их старшие дочери вырастают, они тоже приступают к размножению, и два поколения дружно выкармливают общее потомство. Этот расплод зимует, следующей весной пчелы разлетаются, и каждая устраивает собственное гнездо. У вида *Exoneura robusta* колонию основывает группа самок. Одни особи откладывают яйца сразу, другие позже, третьи некоторое время ухаживают за чужим расплодом, а потом улетают ладить свое гнездо. Часть самок остается, при этом одни размножаются, другие нет. В таком общественном устройстве разобраться нелегко.

Королевы и пешки

Понимание социальной эволюции невозможно без понимания природы разделения королевы и рабочих особей. У медоносной пчелы это разделение бесповоротно с третьего дня развития личинки. Принадлежность самки к той или иной касте определена ее строением. Отличий много, более пятидесяти. Матка уже при рождении весит вдвое больше простой труженицы, а когда приступает к откладке яиц, разница становится еще значительнее. Но главное, у них отсутствуют все органы, предназначенные для сбора корма, строительства гнезда и ухода за расплодом. Это машина для размножения. У рабочих пчел, напротив, нет репродуктивных органов, и ни одна из этих пешек никогда не станет королевой.

Королева и рабочие особи различаются у многих групп общественных насекомых, но у аллодапиновых пчел такое разделение провести нелегко. Все взрослые самки способны добывать продовольствие и откладывать

яйца. И без кастовой системы они четко распределяют обязанности и обеспечивают жизнь колонии. Однако королева у них все-таки есть. Кто же становится ею, если все самки фертильны?

У эусоциальных аллодапин разница между королевой и простыми труженицами очень заметна. В колониях австралийских пчел *Exoneurella tridentata* до 50 самок, и королева в два-три раза больше рабочих особей, главным образом за счет задней части, имеющей лопаattoобразную форму. У нее потрепанная крылья, и нередко она не может летать. Дифференцировка рабочих особей и матки происходит во время кормления расплода, но как именно, непонятно, поскольку всех личинок содержат вместе и питаются они одинаково. У другого эусоциального вида, мадагаскарской пчелы *Halterapis minuta*, разница между маткой и рабочими пчелами также очень заметна, и рабочие практически стерильны.

Размер тела имеет значение и у пчел, не имеющих рабочих каст. Так, у мелких самок яичники маленькие и часто неоплодотворенные. Механизм такой дифференцировки исследователи обнаружили у австралийского вида *Exoneura robusta*, который уже упоминали в предыдущей главе. В гнезде у робусты всегда живут несколько взрослых самок, но зимой размножаются всего одна или две, у остальных мелкие яичники: репродуктивные самки подавляют размножение соседок по гнезду с помощью феромонов. Королевой у них становится первая взрослая пчела из своего выводка. Достаточно опережения всего на один день, чтобы стать доминантой. Интересно, что феромонами дело не ограничивается. Осенью и зимой, в период репродуктивной дифференцировки, когда решается вопрос, кому из сестер производить потомство, а кому заниматься его обслуживанием, королевы охраняют гнездо, проводя почти все время у входа. Возможно, они делают это для того, чтобы гонять самцов, которые интересуются другими самками. Так атаманша может быть уверена, что личинки сестер не составят конкуренции ее собственному расплоду. Более того, королева-охранник

каким-то образом различает, кто из ее сестер уже был в контакте с самцом, а кто нет. Она может не пустить домой ослушницу, спарившуюся снаружи, и той придется устраивать новое гнездо, а этот вид не очень хорошо приспособлен к одиночной жизни. Так что дифференцировка на рабочих особей и королеву в этом случае определяется поведением, но механизм регуляции очень сложный и куда более изысканный, чем у обычных медоносных пчел. Если в их улье подрастает несколько потенциальных королев, первая появившаяся на свет особь разыскивает и до смерти жалит всех непополовозрелых соперниц, которых ей удается найти.

У *Brevineura xanthoclypeata* размерный ценз не особенно силен. Самки меньше определенного размера никогда не откладывают яйца, судьба остальных складывается по-разному.

А у пчел *Macrogalea* из Малави значение имеет не только размер, но и возраст. Когда у пчелы-основательницы взрослеют старшие дочери, они поначалу размножаются без малейших признаков размерной иерархии, но она становится очень жесткой после того, как пчелы сделают первую кладку. Позволяя своим старшим дочерям отложить яйца, королева поощряет их пребывание в гнезде, а они помогают матери растить ее собственное потомство. Однако пчелы, у которых вывелись собственные личинки, меньше заботятся о чужом расплоде, и их дальнейшее размножение основательнице не выгодно.

Все началось с ожидания

Собирая эти данные, австралийские ученые не забывали о поставленной цели: разобраться в механизмах возникновения касты рабочих насекомых. Имея много фактов, их можно классифицировать, чем и занялись доктор Шварц с коллегами. Когда они разложили по полочкам возможные роли самок в колониях, оказалось, что у пчел, в зависимости от вида, есть всего три варианта судьбы. Достигнув зрелости, они или без каких-либо ограничений приступают к размножению, или ухаживают за гнездом и личинками, пока не умрет или не отойдет от дел королева и не настанет их черед откладывать яйца и добывать еду, или занимаются добыванием пищи, не приступая к размножению. Исследователи назвали эти стратегии «репродукция», «ожидание» и «фуражировка». Затем они определили, какую стратегию используют молодые самки шестнадцати хорошо известных видов аллодапин. Семь видов практикуют ожидание, три — репродукцию,

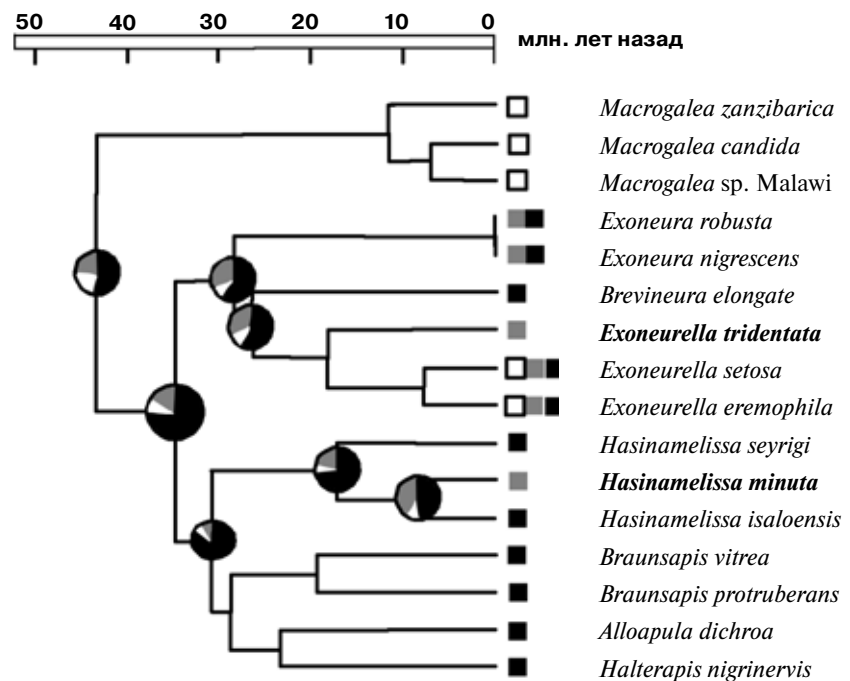


5
Кормление взрослой пчелы из рта в рот — по-научному, трофаллаксис

два практически эусоциальных вида ограничиваются фуражировкой. Еще два вида, *Exoneura robusta* и *Exoneura nigrescens*, совмещают фуражировку и ожидание, а два других, *Exoneurella setosa* и *Exoneurella eremophila*, — все три стратегии.

Сравнивая определенные последовательности ДНК пчелиного генома, ученые составили филогенетическое древо аллодапин. Судя по результатам анализа, у современных видов были неизвестные нам предки. Исследователи постарались вычислить уклад жизни этих предковых форм, для чего использовали метод Байеса, который позволяет определить вероятность какого-либо события при наличии только

косвенных данных. В нашем случае косвенные данные — это общественные роли, свойственные самкам известных видов, а гипотезы — стратегии неведомого предка. Естественно, определить их можно лишь с некоторой долей вероятности. Результаты этой работы показаны на схеме. На ней изображено филогенетическое древо аллодапин, а их стратегии обозначены цветом: белый — размножение, серый — фуражировка, черный — ожидание. Именно ожидание чаще всего встречается у современных видов и наиболее вероятно



6
Родственные отношения аллодапиновых пчел и их социальные стратегии. Белым цветом обозначена стратегия размножения, серым — фуражировка, черным — ожидание. Названия эусоциальных видов выделены полужирным шрифтом

для вымерших. Исследователи, впрочем, не исключают, что древние пчелы, как и некоторые современные виды, использовали несколько стратегий сразу, но ожидание все-таки встречалось чаще. Оба эусоциальных вида аллодапин имели не менее четырех предков, выбиравших ожидание. С большой вероятностью этой стратегии придерживался и самый ранний предок, живший в Африке около 47 млн. лет назад. У этого вида, как полагают исследователи, не было разделения на касты. Несколько самок сооружали гнездо, но яйца откладывала только одна, доминантная, она же добывала еду, остальные дома хлопотали по хозяйству. Когда главная самка погибала, на ее место заступала новая и принималась откладывать собственные яйца, помогая в то же время выкармливать уже имеющихся личинок своей предшественницы — гнездо-то общее. Эта система и сейчас сохранилась у многих аллодапин.

По мнению исследователей, у предков пчел все индивиды были равны от рождения — не было ни королев, ни рабочих пчел. Но как при этом могла возникнуть каста рабочих? Некоторые специалисты полагают, что виной тому — генетические изменения, произошедшие некогда у одиночных насекомых. Эти изменения нарушили нормальное поведение самок, которое включает и размножение, и фуражировку, и уход за личинками. У одних особей плохо получалось собирать пыльцу, у других — откладывать яйца. «Неправильные» пчелы вынужденно объединились в семейства, в которых взаимно дополняли друг друга. Майкл Шварц и его коллеги такую гипотезу решительно не поддерживают. По их расчетам, ранние колонии пчел представляли собой сообщества самок, способных и к откладке яиц, и к добыче корма. Не исключая ни в коей мере роль генетических изменений, без которых эволюция не происходит, они отводят главную роль экологическим факторам.

Оба эусоциальных вида, австралийская *E. tridentata* и мадагаскарская *H. minuta*, обитают в засушливых районах, где мало мест, подходящих для устройства гнезда, а период дождей короток. Это значит, что время цветения растений, необходимых пчелам, не превышает времени жизни матки, которая может откладывать яйца только раз в год. При таком раскладе подчиненные пчелы просто не дождутся своей очереди размножаться. Им уже не хватит пищи для прокормления своего расплода. Так что у подчиненных самок есть единственная возможность передать свои гены другому поколению — помочь своей королеве выкормить ее расплод в тот короткий

период, пока это возможно. Конечно, это не их собственные дети, но все же родственники, и рабочие пчелы таким образом обеспечивают сохранность своих генов, хотя, конечно, и не так эффективно, как если бы они отложили собственные яйца.

Понятно, почему пчелы в неблагоприятных условиях соглашаются на роль фуражиров. Однако добыча пищи сопряжена с опасностью и отнимает много сил. Чтобы выжить и сохранить силы на случай, если все же предстать возможность перейти в категорию размножающейся доминанты, рабочие пчелы становятся все более приспособленными для фуражировки, но при такой специализации вероятность поучаствовать в размножении для них еще уменьшается.

Соображение, что суровые условия могут привести к возникновению рабочих каст, справедливо не только для пчел, но и для других видов, например голых землекопов. Эти мелкие млекопитающие проводят всю жизнь под землей и образуют колонии, в которых одна самка становится доминантой.

Эусоциальность, по мнению Майкла Шварца и его коллег, может возникнуть только в условиях сурового лета, хотя все же достаточно длинного, чтобы королева успела вырастить сначала поколение рабочих пчел, а затем произвести потомство, о котором эти пчелы могли бы заботиться. Более благоприятные условия приводят к выраженной цикличности в развитии колоний — у пчел, которые не могут размножаться в материнском семействе, есть возможность основать собственное гнездо. К тому же в более теплом климате колонии могут быть крупнее, и королева взаимодействует с большим количеством рабочих пчел. Теоретически это приводит к тому, что она меньше контролирует их поведение и некоторые подчиненные особи без хозяйского догляда начинают размножаться. Следовательно, размер колоний тоже имеет значение для становления эусоциальности.

Судя по данным австралийских ученых, не различия в репродуктивных способностях сигнали пчел в сообществе, а сообщество, чтобы выжить в

суровых условиях, породило кастовую систему. Эусоциальность относительно нова, а самая давняя и стабильная пчелиная стратегия, распространенная до сих пор, — это ожидание, и насекомые получают от нее несомненные выгоды. При стратегии ожидания подчиненные пчелы не участвуют в фуражировке, пока не достигнут репродуктивного возраста, так что опасности, связанные с этим занятием, отложены. В случае гибели матки новая королева всегда наготове — ею может стать любая ожидающая пчела. Бывает, что молодая королева смещает старую, но не убивает ее, а кормит, так что старушка получает пенсию. При этом оставшийся в гнезде расплод от предыдущих доминантных самок будет накормлен.

Для объяснения причин любого биологического феномена у исследователей всегда был небогатый выбор: гены либо среда или же совместное влияние обоих факторов. По мнению Майкла Шварца, в формировании кастовой системы общественных насекомых главную роль сыграли местные условия. От них же зависит и стратегия социально полиморфных видов. Лучшим подтверждением этой гипотезы стал бы эксперимент, в котором представителей одного полиморфного вида поместили в разные широтные условия и обнаружили у него разную степень социальности. Однако в естественных условиях таких видов пока не нашли, а лабораторным исследованиям только приступили. Что ж, подождем.

Литература

Michael P. Schwarz et al., The evolution of eusociality in allodapine bees: workers began by waiting «Biology Letters», 2011, 7:277-280; published online before print October 13, 2010, doi:10.1098/rsbl.2010.0757

Michael P. Schwarz et al., Changing paradigms in insect social evolution: insights from halictine and allodapine bees. «Annual Review of Entomology», 2007, 52:127-150 I



Болезнь Альцгеймера: генетика, футбол и виноград



С 17 по 20 июля в Париже прошла очередная ежегодная международная конференция, организованная Международной ассоциацией по проблеме болезни Альцгеймера (www.newswise.com). Много докладов было посвящено раннему распознаванию недуга: когда его проявления становятся очевидны, мозг поражен столь обширно, что восстановление памяти и других умственных способностей уже практически невозможно.

Специалисты из Медицинской школы Вашингтонского университета в Сент-Луисе полагают, что одним из первых симптомов могут быть проблемы с равновесием и частые падения. До сих пор считалось, что эти проявления наблюдаются, когда болезнь прогрессирует. Сьюзен Старк и ее коллеги показали, что такие проблемы присущи людям без отчетливых внешних симптомов недуга, в мозгу у которых, однако, есть изменения, схожие с теми, что возникают при болезни Альцгеймера.

В исследовании приняли участие 119 добровольцев, помогающих ученым в изучении проблем старения. Всем им больше 65 лет, ни у кого не наблюдается признаков слабоумия. Однако у восемнадцати сканирование мозга выявило повышенную концентрацию амилоидных бляшек — признак болезни Альцгеймера.

Испытуемые должны были вести дневник, фиксируя любые проблемы с равновесием и падения. Также они заполняли опросные листы и отвечали на вопросы специалистов по телефону.

Известно, что каждый третий человек старше 65 раз в год падает. С двенадцатью из восемнадцати из группы риска это произошло уже в первые восемь месяцев исследования. По мнению Старк, падения опасны для пожилых людей не только переломами — они могут быть вестниками начинающейся болезни Альцгеймера.

Другая группа ученых из Вашингтонского университета под руководством Рэндалла Бэтмена совместно с коллегами из Великобритании и Австралии занимается изучением наследственных форм болезни. Они наблюдают за семьями, у представителей которых есть мутации одного из трех генов: белка-предшественника амилоида, пресенилина 1 или пресенилина 2. Это приводит к развитию болезни и появлению выраженных симптомов в 40—50, а иногда и в 30 лет. Под наблюдением специалистов 184 участника исследования, для полноты картины необходимо набрать вдвое больше. Однако предварительные выводы можно сделать уже сейчас.

Во-первых, у детей, как правило, полностью повторяется картина болезни родителей. Если кто-то из родителей заболел в 50 лет, ребенок, скорее всего, заболеет в этом же воз-

расте. А химические изменения в мозгу можно зафиксировать уже за 20 лет до появления первых симптомов.

Ученых прежде всего интересуют индикаторы болезни, которые можно обнаружить в спинномозговой жидкости. Если нет внешних проявлений, но обнаружены мутации, в ее составе значительно меньше бета-амилоида и больше тау-белка, чем у людей без подобных мутаций.

Обычно бета-амилоид выводится из мозга в спинномозговую жидкость. Возможно, повышение его концентрации свидетельствует о накоплении в мозге этого «клеякого» белка, образующего амилоидные бляшки. Тау-белок — структурный компонент клеток центральной нервной системы. Возможно, это побочный продукт разрушения клеток мозга, о чем свидетельствует его избыток в спинномозговой жидкости.

Нейродегенеративные изменения, схожие с теми, что наблюдаются при болезни Альцгеймера, могут быть следствием черепно-мозговой травмы, и не только у пожилых людей, выяснили сотрудники Медицинской школы Пенсильванского университета и университета Глазго. Подобные травмы ежегодно получают около 1,7 миллионов американцев. Помимо явно выраженных немедленных последствий запускаются долговременные процессы, итогом которых становится разрушение мозга. Таким образом, единичная травма мозга — фактор риска для дальнейшего развития когнитивных нарушений, например болезни Альцгеймера.

Дуглас Смит из Пенсильванского университета и Уильям Стюарт из университета Глазго исследовали мозг 39 пациентов, перенесших травму головного мозга (после травмы прошло от года до 47 лет). Результаты анализов сравнивались с данными изучения мозга здоровых пациентов того же возраста.

У перенесших черепно-мозговую травму концентрация клубков тау-белка и амилоидных бляшек оказалась существенно выше, чем в контрольной группе. В трети случаев клубки накапливались спустя годы после травмы (ранее было показано, что подобной патологии нет у тех, кто скончался месяц спустя после травмы). Картина накопления напоминала то, что происходит при болезни Альцгеймера. Сходным образом распространялись и амилоидные бляшки, хотя ранее было отмечено их исчезновение через несколько месяцев после травмы.

Авторы полагают, что спустя годы после травмы амилоидные бляшки не просто «возвращаются», но и становятся причиной нейродегенеративных заболеваний.

Нарушение когнитивных функций средней тяжести, которое зачастую приводит к развитию болезни Альцгеймера, можно приобрести и на футбольном поле. По мнению специ-



ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОИСК

алистов из университета Северной Каролины в Чэпел-Хилле, бывшие игроки национальной футбольной лиги составляют группу риска.

В экспериментах на животных было показано, что удары по голове, пусть даже и недостаточно сильные, чтобы вызвать сотрясение мозга, приводят к гибели его клеток. Недавно были проведены исследования, в которых участвовали футбольные игроки разных колледжей. Им предложили носить во время игры шлем, в который вмонтированы датчики, фиксирующие частоту и силу ударов. Выяснилось, что в среднем каждый такой игрок получает за сезон около 1000 сильных ударов по голове, почти четверть из этих ударов — с перегрузкой в 30 г. Вероятно, из-за повторяющихся травм головы резервы мозга истощаются, а результат — проблемы с памятью, разговорной речью, умственной деятельностью.

Эти проблемы очевидны и для самих бывших футболистов, и для окружающих, но самая серьезная беда в том, что несколько лет спустя может начать прогрессировать болезнь Альцгеймера.

В исследовании приняли участие 513 «отставных» футболистов, средний возраст — 61 год. У 35% из них ученые выявили умственные нарушения средней тяжести. Результаты обследования сравнили с данными контрольной группы, в которую входили 41 здоровый мужчина той же возрастной группы и 81 пациент с умственными нарушениями средней тяжести. Нейропсихологические тесты выявили у бывших игроков нарушения, схожие с теми, что наблюдались у пациентов из контрольной группы.

Авторы исследования отметили, что печальные для футболистов результаты не следует считать окончательными и работа будет продолжена.

Применяемый при эпилепсии препарат леветирацетам (levetiracetam) улучшает память и активность мозга при когнитивных нарушениях, зачастую приводящих в дальнейшем к развитию болезни Альцгеймера. Это продемонстрировали исследователи из Университета Джонса Хопкинса под руководством Микелы Галлахер. Леветирацетам замедляет сверхвысокую мозговую активность, присущую пациентам с эпилепсией. Оказалось, что он также притормаживает потерю функций мозга у пожилых людей, стоящих на пороге болезни Альцгеймера. Необходимы дальнейшие клинические исследования, чтобы выяснить, насколько эффективным окажется препарат при длительном его применении и не проявятся ли у него нежелательные побочные эффекты.

В исследовании приняли участие 34 добровольца — несколько здоровых пожилых людей и пациенты того же возраста с ухудшающими работу памяти когнитивными нарушениями средней тяжести. Каждый прошел курс лечения,

разбитый на две двухнедельные стадии. В течение двух недель пациенты принимали леветирацетам в небольших дозах, еще две — плацебо. После каждой фазы лечения проводилось тестирование функций памяти, одновременно фиксировалась активность мозга с помощью техники функционального магнитного резонанса.

У пациентов с нарушениями памяти после приема плацебо была зарегистрирована повышенная активность в гиппокампе (эта область мозга играет важную роль при формировании памяти). После двухнедельного приема препарата активность снижалась до уровня, характерного для здоровых людей. Улучшались и результаты тестирования.

Известно, что избыточная деятельность гиппокампа приводит не только к серьезным расстройствам памяти, но и к развитию болезни Альцгеймера через пять-шесть лет. Возможно, подавление этой гиперактивности снизит риск возникновения недуга, которым, как полагают, к 2050 году будут страдать почти 16 миллионов американцев.

Полифенолы, содержащиеся в виноградных косточках, способны предотвратить или замедлить развитие болезни Альцгеймера, выяснили сотрудники Медицинской школы Маунт-Синай Нью-Йоркского университета под руководством Джулио Марии Пазинетти. Впервые показано, что эти полифенолы предотвращают образование специфической формы бета-амилоидного пептида, который и приводит к появлению недуга.

Авторы провели эксперименты на генетически модифицированных мышцах, у которых наблюдались нарушения памяти, схожие с теми, что зафиксированы у пациентов с болезнью Альцгеймера, а в мозгу накапливались нейротоксины. После лечения концентрация бета-амилоида 56, присутствие которого традиционно связывают с потерей памяти, существенно уменьшилась.

Ранее было показано, что интенсивное потребление «виноградных» полифенолов, которых много, например, в вине, защищает от умственной деградации при болезни Альцгеймера. Теперь, кажется, выявлена их цель — бета-амилоид 56.

Поскольку природные полифенолы широко доступны, в том числе и в виде пищевых добавок, новое открытие выглядит многообещающим, полагает доктор Пазинетти. Однако лечение виноградными полифенолами будет достаточно эффективным лишь в том случае, если удастся выделить биомаркеры, указывающие на повышенный риск заболеть еще до появления симптомов. Впрочем, подобное лечение может принести пользу и на ранних стадиях недуга.

Подготовила Е. Сутоцкая



Угарный детектив

Е. Стрельникова

Анна Андреевна: ...Что за ветреность такая! Вдруг вбежала, как угорелая кошка. Ну что ты нашла такого удивительного?

Н. В. Гоголь. Ревизор.

«Носится как угорелый», — говорим мы о человеке, пребывающем в чрезмерном возбуждении. «Все угорали!» — рассказывает молодой человек о реакции друзей на удачную шутку. В современной речи слово «угар» и производные от него глаголы и прилагательные обычно употребляются в переносном значении. «Угореть» же в прямом смысле значит «отравиться угарным газом». И в не столь давние времена, когда дома отапливали печами, освещали светильным газом, а мылись люди в банях, такое отравление было делом обыденным.

Вот, например, типичная ситуация, которую описывает Михаил Михайлович Зощенко в рассказе «Кошка и люди»:

«Печка у меня очень плохая. Вся моя семья завсегда угорает через нее. А чертов жакт починку производить отказывается. Экономит. Для очередной растраты.

Давеча осматривали эту мою печку. Вьюшки глядели. Нырjali туда вовнутрь головой.

— Нету, говорят. Жить можно.

— Товарищи, говорю, довольно стыдно такие слова произносить: жить можно. Мы завсегда угораем через вашу печку. Давеча кошка даже угорела. Ее тошнило давеча у ведра. А вы говорите — жить можно».

А песня Владимира Высоцкого «Банька по-белому» дает понять, что отравиться угарным газом можно и в бане:

Натопи ты мне баньку по-белому,

Я от белого свету отвык.

Угорю я — и мне, угорелому,

Пар горячий развяжет язык.

В «бане по-черному», правда, угореть еще проще. Да и русская поговорка говорит: «Любишь пар, люби и угар».

Да уж, свидетельства подобались в основном несерьезные... Но по крайней мере, понятно, что случаи отравления угарным газом не были в те времена редкостью. А сейчас? Да и сейчас тоже. Пожары случаются по-прежнему, особенно лесные и степные. Дровяное отопление домов и бань — не диковина. Освещение, правда, электрическое, а не газовое, зато автомобилей с их выхлопными газами стало намного больше. Вот и получается, что среди ингаляционных отравлений угарный газ лидирует. Из общего числа отравлений со смертельным исходом на угар приходится 12,5%. В России гибель на пожаре в 75% случаев происходит не от ожогов, а от отравления угарным газом. Особая опасность этого вещества в том, что он не имеет цвета и запаха, а плотность его чуть меньше плотности воздуха. Человек и не ощущает, что в его легкие поступает смертоносный газ.

Угарный газ вокруг нас

При своей очевидной ядовитости угарный газ, или монооксид углерода CO, — постоянный компонент земной атмосферы: его естественная концентрация 0,01—0,9 мг/м³. В Северном полушарии его примерно в три раза больше, чем в Южном. Если учесть, что масса кубометра воздуха при нормальных условиях составляет приблизительно 1 293 грамма, то величина 0,9 мг выглядит смехотворно. Если не поленились посчитать



КРИМИНАЛЬНАЯ ХИМИЯ

массовую долю CO в воздухе, то получите порядка 10⁻⁵%. Еще меньше, чем водорода! Вреда организму при таком содержании не будет.

Вклад естественных и антропогенных источников атмосферного угарного газа приблизительно одинаков, с некоторым перевесом в сторону продуктов человеческой деятельности. На сегодня выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания — основной источник (более 60%) антропогенного монооксида углерода в атмосфере. А в XIX веке его главным поставщиком был светильный газ, который получали при коксовании каменного угля и использовали для освещения улиц и помещений.

Есть и природные источники монооксида углерода: микробы-организмы, растения, животные, да и человек, как ни странно, тоже. Например, из поверхностных слоев океана в год выделяется до 220 · 10⁶ т угарного газа — это продукт жизнедеятельности планктона и водорослей. До 100 · 10⁶ т монооксида углерода ежегодно выделяется в процессе прорастания семян растений. А еще он содержится в вулканических газах, болотном газе, образуется при естественных лесных пожарах...

Человек же за сутки выделяет около 10 мл CO. Это так называемый эндогенный монооксид углерода, который образуется в ходе превращения гемоглобина (точнее, его составной части протопорфирина) в билирубин. Такому превращению подвергаются все белки, содержащие порфириновые фрагменты (цитохромы, миоглобин и другие). Кстати, установлено, что эндогенный монооксид углерода — не просто побочный продукт утилизации гемоглобина, а сигнальная молекула. Он способствует расширению сосудов, а также играет роль нейромедиатора (не совсем такого, как «классические» нейромедиаторы, но это отдельный рассказ). Есть у него и другие функции, однако нас сейчас интересует не полезный монооксид углерода, а угарный газ, приносящий вред.



Зловредный угарный газ

Этот яд попадает в организм через легкие при дыхании. Поэтому установлены гигиенические ограничения на содержание угарного газа: в воздухе рабочей зоны предельная допустимая концентрация CO в течение рабочего дня составляет 20 мг/м³ (около 0,0015%), а в атмосферном воздухе среднесуточная ПДК — 3 мг/м³ (около 0,00023%). При этом первые, малозаметные симптомы отравления — снижение цветовой и световой чувствительности глаза — появляются уже через полчаса при нахождении человека в атмосфере с концентрацией 6 мг/м³

СО. Заметим, что ПДК рабочей зоны еще не достигнута! По мере увеличения концентрации СО и времени пребывания снижаются точность восприятия временных интервалов и расстояний, слух, замедляется восприятие сигналов, ухудшается координация движений. Если человек более часа провел в атмосфере с концентрацией 220 мг/м³ СО, появляется легкая боль в области лба.

По мере роста концентрации угарного газа и времени нахождения в его атмосфере наблюдаются нарушения работоспособности, головная боль, пульсация в висках, головокружение, шум в ушах, покраснение кожи лица и слизистых оболочек, слабость, учащение пульса, ощущение недостатка воздуха. Два часа, проведенных в помещении с концентрацией 440 мг/м³ СО, приводят к появлению явных признаков отравления: тошнота, боли в области лба и затылка, сердцебиение. Если концентрация достигает 600 мг/м³ СО, через четыре часа начинается рвота, возможна потеря сознания. Головная боль, мышечная слабость и тошнота при концентрации 800 мг/м³ СО наблюдаются уже через 20 минут, а при концентрации свыше 1000 мг/м³ СО через несколько часов наступает летальный исход. Тот же результат последует через 1—3 минуты, если концентрация СО превышает 14 000 мг/м³!

Легкие отравления, протекающие без потери сознания, сопровождаются головной болью, учащенным сердцебиением, тошнотой и рвотой. Иногда наблюдается кратковременная повышенная подвижность. У животных начальный этап отравления угарным газом тоже характеризуется беспокойством. Вот откуда выражение «мечется как угорелая кошка». Появляются признаки поражения нервной системы: нарушения координации движений, психические нарушения, напоминающие состояние опьянения (эйфория, утрата самоконтроля, нецелесообразные поступки, возможны галлюцинации). Отравление средней тяжести сопровождается слабостью, сонливостью, одышкой, возможна кратковременная потеря сознания, после которой сохраняются слабость, провалы в памяти, двигательные расстройства. Если потеря сознания длится более двух часов (а может продолжаться и несколько дней), сопровождается судорогами, то отравление считается тяжелым. Без срочной медицинской помощи человек может погибнуть от остановки дыхания и сердца. Коварство угарного газа заключается в том, что острое отравление не всегда проходит бесследно: после двух-трех недель нормализации состояния может наступить серьезное ухудшение, развиваются тяжелые поражения нервной системы, даже со смертельным исходом.



Угарный газ как орудие преступления

Угарный газ поступает в атмосферу из уже известных нам источников. Начнем с самого продуктивного, то есть с автомобильного двигателя. Содержание СО в выхлопных газах автомобиля не должно превышать 3%, но при неисправности двигателя может достигать и 12%. Поэтому скапливающиеся

в замкнутом пространстве выхлопные газы так часто служат причиной смерти неосторожных владельцев автомобилей. В Соединенных Штатах уже в середине XX века суицид с помощью выхлопных газов стал явлением нередким. Вот и Джаспер Биллингтон Иннс, герой рассказа Дика Фрэнсиса из сборника «Скачка тринадцати», попав в безвыходную жизненную ситуацию, первым делом вспомнил об угарном газе: «Джаспер с долей черного юмора прикидывал, как же покончить жизнь самоубийством. Чтобы провести в машину угарный газ, нужна трубка, а трубки не было. Знакомых утесов, с которых можно прыгнуть, тоже поблизости не имелось». К счастью, до суицида дело не дошло, а из безвыходной ситуации нашлся выход.

А вот детектив Джонни Далмас из книги Рэймонда Чандлера «Блюзы Бэй-Сити» не поверил в самоубийство молодой женщины, про которое ему рассказали следующим образом:

«Да, так вот, около двух часов ночи этот Гарри Мэтсон проезжал мимо дома доктора Остриэна. Гарри руководил сторожевой службой и в ту ночь решил совершить обход. Парень услышал шум мотора в темном гараже и решил проверить, в чем дело. На полу гаража, рядом с выхлопной трубой работающего автомобиля он нашел блондиночку в одной тоненькой пижаме и ночных шлепанцах с уже почерневшими от сажи волосами. ... Какой-то тип из лаборатории произвел анализ крови и объявил, что в ней полно угарного газа. Коронер разрешил кремировать тело, и дело закрыли». В романах Чандлера действие развивается стремительно, герой, частный детектив, обычно противодействует официальному следствию, а развязка неожиданна. Вот и здесь у Джонни Далмаса возникли сомнения из-за новенькой ночной туфельки, которую Гарри Мэтсон унес с места происшествия. Показательно, однако, что инсценировать самоубийство решили с помощью выхлопной трубы автомобиля. Значит, такой выбор для блондинки казался бы естественным.

В романе Дика Фрэнсиса «Расследование» главный герой Келли Хьюз, как водится, жокей, но в неприятную ситуацию он попал, сидя за рулем автомобиля. Вот он возвращается с вечеринки и вдруг начинает испытывать странные симптомы: «Сейчас я вдруг обнаружил, что еду медленнее, потому что и мысли, и рефлексy сразу стали затухать. За весь вечер я выпил от силы полбокала шампанского, так что опьянение было ни при чем.

Я просто стал засыпать.

Я остановил машину, вылез и потоптался на свежем воздухе, чтобы прийти в себя.

Люди, которые засыпают за рулем спортивных машин, возвращаясь с танцев, обычно плохо кончают».

Нарушение работоспособности, снижение скорости восприятия, сонливость... На что это похоже?

«...Тяжесть в голове превратилась в головную боль. Ничего, через час буду дома, а там спать... спать.

...Дело плохо, смутно ворочалось у меня в мозгу. Надо остановиться и немного поспать, даже если я проснусь обмороженным, иначе я засну на полном ходу, и это будет конец.

...Боль пульсировала в висках, и теперь, когда не гудел двигатель, я слышал, как звенит в ушах.

...Слишком много возни. Руки не слушаются, так что все равно ничего не выйдет».

Головная боль, нарушение координации движений, пульсация в висках, слабость, шум в ушах... Знакомые симптомы!

«Где-то из глубин сознания инстинкт стал посылать сигналы тревоги. Что-то было не так. Неясно, что именно, но все равно что-то было не так. Спать... Надо спать...

“Вылезай, — замигала в голове красная лампочка инстинкта. — Вылезай из машины...”

Неохотно, потому что руки плохо слушались, я стал вяло сражаться с ручкой двери. Дверь открылась. Я вытащил одну ногу, попытался выбраться совсем, и на меня накатила дурманящая волна. Голова раскалывалась. Нет, это не похоже на обычный сон.

”Вылезай из машины”.

Мои руки и ноги явно принадлежали кому-то другому. Они сделали свое дело. Я встал, не помню, как мне это удалось, но я выбрался из машины и встал рядом.

Я не сдвинулся с места. Не было сил».

Мышечная слабость, апатия... Если бы Келли Хьюз не вылез, то затае злоумышленника удалась бы на славу. Какая затае, вы уже догадались. Хьюз получил отравление средней тяжести угарным газом, но за рулем этого было бы достаточно, чтобы не справиться с управлением и попасть в аварию. Чтобы устроить отравление, пришлось просверлить отверстие в выхлопной трубе, а от него провести трубочку в салон автомобиля.

Не обойдена вниманием писателей и другая причина отравления угарным газом — пожар. В рассказе Михаила Зощенко «Золотые слова» дети, Лёля и Минька, в разговоре за столом демонстрируют неплохое знание симптомов отравления угарным газом:

«Папин начальник начал рассказывать какую-то невероятную историю о том, как он спас пожарного. Этот пожарный будто бы угорел на пожаре. И папин начальник вытащил его из огня». Детям не нравится рассказ, и они невежливо перебивают рассказчика. Рассказчик недоволен, его сбили с мысли.

«Лёля, желая загладить происшествие, сказала:

— Вы остановились на том, как угоревший пожарный сказал вам “мерси”. Но только странно, что он вообще что-нибудь мог сказать, раз он был угоревший и лежал без сознания... Вот у нас одна девочка во дворе...» Начальник недоволен еще больше, и в разговор вступил Минька.

«— Ничего странного нету в том, что сказал папин начальник.

Смотря какие угоревшие, Лёля. Другие угоревшие пожарные хотя и лежат в обмороке, но все-таки они говорить могут. Они бредят. И говорят, сами не зная что. Вот он и сказал — “мерси”. А сам, может, хотел сказать — “караул”».

Что ж, и потеря сознания, и помрачение сознания при действии угарного газа возможны!

Использовать пожар в криминальных целях можно по-разному. Возможен поджог дома со спящими людьми, но для развития сюжета интереснее пожар, с помощью которого скрывается ранее совершенное преступление. А вот Эрл Стенли Гарднер в книге «Дело о коте дворецкого» придумал еще более затайливую схему. В доме после пожара найдено обгоревшее тело хозяина. На основании показаний свидетельницы была воссоздана картина преступления:

«Сэм Лекстер совершил убийство очень простым способом. Он завел машину в гараж, надел на выхлопную трубу шланг, второй конец шланга присоединил к втулке на трубе, через которую нагретый воздух поступал в спальню Питера Лекстера. Потом сел в машину и завел мотор. Смертельный газ из двигателя через гибкий шланг пошел в отопительную трубу и поднялся в спальню Питера Лекстера. Заметьте дьявольскую хитрость такого способа: Сэму пришлось только включить мотор, чтобы отправить безболезненную смерть в комнату, удаленную на много футов от работающего мотора, в комнату с запертой дверью. Затем он поджег дом. У людей, погибших при пожаре, обязательно находят в крови окись углерода. Это блестящий пример убийства».

Но Перри Мейсон не был бы Перри Мейсоном, если бы не разобрал это преступление, как матрешку, до последней фигурки. В суде он допросил медэксперта доктора Джейсона:

«— Каково ваше заключение — наступила ли смерть от ожогов или от удушья угарным газом? — спросил Мейсон.

— Угарный газ обычно присутствует при любом сгорании.

— Значит, практически невозможно определить, умер ли человек от удушья из-за того, что к нему в комнату накачали угарного газа из выхлопной трубы автомобиля, или он задохнулся и сгорел во время пожара? Это так?

— Приблизительно так. Да, сэр

— Вы делали рентген скелета?

— Нет. Зачем?



КРИМИНАЛЬНАЯ ХИМИЯ

— Интересно было бы знать, есть ли признаки того, что правая нога покойного была сломана».

И после этого Мейсон предложил проверить, есть ли у погибшего заросший перелом ноги (известно было, что Питер Лекстер незадолго до смерти перенес перелом) и следы отравления угарным газом.

«— Но свидетель только что показал, — вставил судья Пеннимейкер, — что такое вещественное доказательство присутствует в любом случае, отчего бы ни умер этот человек.

— Он этого не говорил, — настаивал Мейсон. — Он лишь показал, что такое доказательство должно быть налицо, если смерть наступила от сгорания или от удушья угарным газом. Я хотел бы, чтобы данный свидетель немедленно установил эти два факта и вернулся в зал суда».

Но мы-то, в отличие от судьи Пеннимейкера, догадываемся, что Перри Мейсон ничего не делает просто так. И вот результат проверки:

«Через зал протискивался доктор Джейсон. Он был крайне взволнован.

— Тот человек не сгорел, — сказал он, — и не погиб от угарного газа. Он умер естественной смертью, а правая нога вовсе не была сломана. Это не тело Питера Лекстера».

Вот как! Некто (стоит ли говорить, что это был не Сэм Лекстер?) инсценирует смерть при пожаре, организует предварительное отравление угарным газом, а ему вместо жертвы подсовывают мертвое тело другого человека. Понятно, что покойник не мог надыхаться угарным газом, да и с ногой у него, если можно так выразиться в данном случае, все было в порядке. Немножко натянуто, конечно, но неожиданно! Остается изумляться прозорливости Перри Мейсона и изобретательности Эрла Стенли Гарднера. Следует только добавить, что «окись» и «двуокись» — это устаревшие названия веществ, которые теперь называются «монооксид» и «диоксид».

В историю вошел случай, описанный Юргеном Торвальдом в книге «Век криминалистики». 30 ноября 1929 года в Институт судебной медицины Лейпцигского университета обратился агент крупной германской страховой компании «Нордштерн». Он просил расследовать причины смерти коммерсанта Эриха Тецнера, сгоревшего в своем зеленом «опеле» во время аварии. Настораживало то, что незадолго до гибели Тецнер застраховался не только в «Нордштерне», но и в других страховых компаниях на неимоверно крупную сумму, 145 тысяч марок, и вдова уже предъявила претензии. Страховщики подозревали в трагическом происшествии самоубийство. Наивные люди! Все оказалось гораздо гаже.

Судмедэксперт Рихард Коккель при исследовании обугленного тела обнаружил отсутствие большей части головы, рук и ног. По особенностям структуры костей и хрящей он сделал вывод, что погибший не достиг 20 лет, хотя Эриху Тецнеру уже исполнилось 26. Коккель забрал на исследование кровь из сердца и фрагмент легкого и не обнаружил в легких сажи, а в крови угарного газа. Значит, погибший был сначала убит, а потом сожжен, и это не Тецнер. Догадка Коккеля блестяще подтвердилась. Прослушивание телефонных разговоров Эммы Тецнер по телефону соседей вывело следствие на ее мужа, скрывавшегося за границей — в Страсбурге. Для исполнения

своего черного замысла Тецнер заманил в машину случайного прохожего. При первой попытке попутчику удалось отбиться и сбежать, но в качестве следующей жертвы преступник избрал тщедушного юношу... Что ж, итогом стал смертный приговор.

А пожар, который случился в 1847 году в Дармштадте, вошел в историю химии. В своих покоях была найдена сгоревшей графиня фон Герлиц. Знаменитый Юстус Либих был приглашен в качестве эксперта, чтобы установить, было ли возможным «самовозгорание» графини как результат чрезмерного употребления спиртных напитков, если после этого она сделала выдох на открытое пламя. Эту версию тогдашняя судебная медицина рассматривала совершенно серьезно! Либих, разумеется, «самосожжение» отрицал, но решающим аргументом стал перстень, который пытался продать отец дворецкого графини. Перстень был сделан в виде двух переплетенных змеек — золотой и платиновой. Граф фон Герлиц опознал украшение, однако отец дворецкого, лудильщик, утверждал, что кольцо принадлежало его матери, хранится в семье с 1800 года, а откуда оно появилось у матери, никто не помнит. Но удалось выяснить, что перстень был изготовлен в 1825 году ювелирной фирмой «Иоганн Шварц», чей штамп стоял на изделии. А в 1800 году ювелирные изделия из платины в Европе еще не делали. Под тяжестью улик дворецкий сознался, что задушил графиню, ограбил, а пожар устроил, чтобы скрыть преступление. Судебная медицина того времени еще не умела доказывать факт гибели при пожаре с помощью анализа крови, и правосудие не свершилось бы без признания преступника.

И чем, спросите вы, знаменательно это событие для истории химии? Считают, что на этом процессе с Юстусом Либихом познакомился восемнадцатилетний Август Кекуле, сосед графа фон Герлица и свидетель пожара. А одна из красивых версий того, как Кекуле придумал бензольное кольцо, гласит, что две соединившиеся в кольцо змейки с перстня графини Герлиц впоследствии подтолкнули мысль ученого к циклической форме молекулы.



Коварный газ внутри нас

Нам уже известно, что организм человека выделяет немного угарного газа. Выводится он из организма по кровеносной системе. Экономная природа не придумала особого транспорта для выведения ничтожных количеств CO: механизм тот же, по которому в клетки поставляется кислород. Молекула монооксида углерода, как и молекула кислорода, обратимо связывается с ионом двухвалентного железа, входящего в состав каждого из четырех гемов молекулы гемоглобина. Гем переносит к тканям кислород, взятый из воздуха, а от тканей, если, конечно, повезет, уносит молекулу CO. Аминогруппы

белкового компонента гемоглобина связывают также молекулы углекислого газа и транспортируют его вместе с угарным газом в легкие, чтобы мы могли избавиться от них при выдохе.

Такие слаженные действия продолжаются до тех пор, пока в кровотоке не проникнет извне монооксид углерода. Дело в том, что сродство этого вещества к гемоглобину в 200—300 раз выше, чем у кислорода. Для полного насыщения крови кислородом нужно, чтобы парциальное давление кислорода в газовой смеси было не менее 12—13 кПа, в то время как угарному газу достаточно парциального давления 0,06 кПа. Понятно, что даже при невысоких по сравнению с кислородом концентрациях угарного газа он успешно конкурирует в битве за гем, вытесняя кислород из его соединения с гемоглобином — из оксигемоглобина.

Мало того, обнаружилось, что накапливающийся в крови карбоксигемоглобин мешает оксигемоглобину расстаться с кислородом. Снабжение тканей кислородом даже тогда, когда в крови не хватает 40% гемоглобина, будет лучше, чем при связывании того же количества гемоглобина угарным газом. Это происходит, если в одной молекуле гемоглобина часть гемов связана с CO, а остальные — с O₂. В этом случае связь молекулы кислорода с гемом становится прочнее.

Карбоксигемоглобин, который образуется при взаимодействии гемоглобина с монооксидом углерода, к тому же много прочнее оксигемоглобина: скорость его диссоциации (распада) в 3600 раз меньше, чем у оксигемоглобина. Поэтому при длительном действии угарного газа кислород постепенно вытесняется из соединения с гемоглобином и в крови накапливается карбоксигемоглобин.

Впервые механизм действия угарного газа на организм изучил шотландский физиолог, автор основополагающих работ по физиологии дыхания и кровообращения Джон Скотт Холдейн, или Холден (J.S.Haldane). Изучая условия работы английских шахтеров, он обнаружил, что кожа горняков, погибших при взрывах в шахтах, часто имеет вишнево-красный цвет. Так он открыл карбоксигемоглобин. Холдейн установил, что из 57 погибших за год шахтеров лишь у четверых смерть наступила в результате взрыва и его последствий, остальные погибли от отравления угарным газом. Об этом он сделал в 1896 году доклад министру внутренних дел Великобритании. Тогда же он предложил в качестве индикатора накопления в шахте ядовитых газов использовать мышку или канарейку, которые из-за быстрого метаболизма реагировали на повышение концентрации угарного газа потерей сознания и гибелью. Канарейки оказались более чувствительными, к тому же контролировать их состояние для работающего человека проще: пока птичка поет, с ней все в порядке. В британских правилах безопасности при горных работах канарейки фигурировали до 1995 года, а использовались до 1986 года, когда были заменены электронными детекторами газов. А мыши и крысы самовольно заселяют шахты! Горняки могут обнаружить опасность, заметив их массовую миграцию.

Джон Холдейн знаменит еще тем, что изучал воздействие монооксида углерода на человеческий организм на себе. В закрытой камере он вдыхал воздух со все более высоким содержанием угарного газа и записывал симптомы отравления. Это были первые систематизированные сведения о действии угарного газа на организм.

Присутствие карбоксигемоглобина в крови обнаруживают по ее ярко-красной окраске. Этот признак, позволяющий установить факт отравления угарным газом, хорошо известен авторам детективов и упоминается в их произведениях. Вот диалог Перри Мейсона и доктора Джейсона в суде:

«— Угарный газ — очень коварный яд. Известно много случаев, когда люди задыхались от угарного газа, работая в запертых гаражах с включенным мотором. Они не могли выскочить на свежий воздух.

— Как определить, что человек умер от отравления угарным газом?

– Есть несколько способов. Самый простой — обратить внимание на цвет его крови. Кровь должна быть ярко-алой».

А вот Келли Хьюз беседует с врачом, оказывавшим ему медицинскую помощь после аварии на переезде:

«Врач из «Скорой помощи» утверждал, что вы поклялись, что не пили, да и вид у вас, по его словам, был вполне трезвый. Он еще сказал, что вы жаловались на сильную головную боль, которая стала утихать. Мы немного поразмыслили, поглядели на алые пятна на рубашке и взяли кровь на второй анализ. И конечно, обнаружили... — Он сделал торжественную паузу.

— Что?

— Карбоксигемоглобин!

— Что-что?!

— Окись углерода, мой дорогой друг! Отравление окисью углерода. Этим все и объясняется.

— Да... но я считал, что от окиси углерода человек просто теряет сознание...

— Все зависит от количества. Если вы схватите сразу большую дозу, это действительно происходит — так бывает с шоферами, которые попадают в снежный занос и не выключают мотор. Другое дело — утечка, тогда окись углерода действует иначе, хотя в конечном счете приводит к тем же последствиям. Гемоглобин, который содержится в крови, поглощает окись углерода, проникающую в организм при дыхании. Если уровень окиси углерода в крови поднимается постепенно, симптомы тоже возникают постепенно. Они, кстати, очень обманчивы. Беда в том, что, когда люди начинают чувствовать в таких случаях сонливость, у них возникает соблазн закурить сигарету, чтобы отогнать сон, но табачный дым сам содержит большие количества окиси углерода, и, следовательно, сигарета может оказаться настоящим нокаутом... Кстати, вы не курите?

— Нет.

— То-то же. У вас в крови и без того высокая концентрация окиси углерода».

Дик Фрэнсис совершенно справедливо отметил негативную роль курения при отравлении угарным газом. Действительно, табачный дым содержит 0,5–1% угарного газа, так что курильщик подвергается хроническому отравлению. Содержание карбоксигемоглобина в крови курящих в зависимости от количества выкуриваемого табака колеблется от 3% для умеренно курящих до 6% у курящих много, а это уже начальная стадия отравления. В крови некурящих содержание СО не превышает 2%. Но учтите: дым, вдыхаемый курильщиком, содержит в 2,5 раза меньше угарного газа, чем поступающий с горящего конца сигареты в воздух. В накуренном помещении происходит интоксикация монооксидом углерода даже и некурящих людей! Повышенное содержание угарного газа в крови даст о себе знать в критической ситуации: у курящего человека быстрее развиваются симптомы острого отравления. А вообще к угарному газу более чувствительны пожилые люди, а женщины менее чувствительны, чем мужчины.

Одна из историй сериала Эда Макбейна «Восемьдесят седьмой полицейский участок» называется «Такова любовь». В ней описывается отравление бытовым газом и последующий взрыв образовавшейся гремучей смеси от случайной электрической искры. Бытовой газ, по нашим представлениям, это метан. Но в американской квартире в 1962 году скопился совсем другой газ, о чем рассказывает Макбейн:

«Андерсену было известно, что произошел взрыв газа и что краны газовой плиты в квартире Хеслера были открыты. Он разглядывал ярко-вишневого цвета пробы тел, крови и внутренностей и был готов тут же поставить диагноз: смерть от острого отравления окисью углерода, но ему платили за то, чтобы он добросовестно делал свое дело, и он знал, что самый точный и неоспоримый метод определения окиси углерода в крови был манометрический метод Ван Слайка. А поскольку в его лаборатории были аппараты Ван Слайка, он немедленно занялся исследованием крови обоих пострадавших. Он обнаружил, что в обоих случаях процентное содержание окиси



углерода в крови составляло 60%. А он знал, что уже 31% может быть фатальным. И он пришел к абсолютно правильному выводу, что и Томми Барлоу, и Ирэн Тейер умерли от острого отравления окисью углерода».

Здесь много интересной информации. Книга написана в 1962 году. Эд Макбейн всегда точен в деталях. Если он пишет, что в газовой плите использовали угарный газ, значит, так оно и было. Что ж, существует множество промышленных газовых смесей, содержащих монооксид углерода: коксовый газ (7% СО), водяной газ (до 39% СО), генераторные газы (до 29% СО). Видимо, в крупном американском городе, где расположен 87-й полицейский участок (прототип этого города — Нью-Йорк), в газовой магистрали использовался какой-то из этих искусственно полученных газов.

Макбейн упоминает манометрический метод Ван Слайка. Для количественного определения газов в крови в XX веке служил аппарат, сконструированный американским биохимиком Дональдом Декстером Ван Слайком в 1922 году. По конструкции он напоминает ртутный манометр. В одном из сообщающихся сосудов находится ртуть, в другой помещают пробу крови. Перемещая сосуд с ртутью, добиваются понижения давления в сосуде с кровью. Из крови выделяется растворенный в ней газ, его объем измеряют. Поскольку газ не просто растворен в крови, а образует комплексные соединения с гемоглобином, эти комплексы предварительно разрушают химическими методами. То есть в аппарате Ван Слайка используют как физический, так и химический способ извлечения газов из крови. Это длительная процедура, поэтому сейчас обычно используют более современные методы определения угарного газа в крови — спектрофотометрию, газовую хроматографию.

Все это инструментальные методы, требующие оборудованную лабораторию. Но ведь часто нужно как можно быстрее установить, является ли причиной отравления угарный газ, чтобы оказать правильную помощь. А симптомы отравления в основном неспецифичные. В этом случае используют экспресс-тесты. Все они химические. Для их выполнения требуется образец крови пострадавшего, контрольный образец донорской крови и нехитрые реактивы. Все тесты основаны на прочности комплексного соединения карбоксигемоглобина, имеющего вишнево-красную окраску. Так, например, донорская кровь при встряхивании с 20%-ным раствором гидроксида натрия приобретает соломенно-желтую окраску, а кровь, содержащая не менее 20% карбоксигемоглобина, некоторое время остается розовой. Под действием раствора сульфида аммония в присутствии 30%-ной уксусной кислоты донорская кровь станет грязно-зеленой, а содержащая карбоксигемоглобин — красной. Есть и множество других реагентов, изменяющих окраску донорской крови и не действующих на кровь с высоким содержанием карбоксигемоглобина. Можно нанести капли разбавленной крови на полоску фильтровальной бумаги и поочередно действовать этими реактивами. Ну а для определения низких концентраций карбоксигемоглобина требуется все-таки спектрофотометр.

Нарушения в работе организма, к которым приводит вдыхание угарного газа, нельзя свести только к недостатку кислорода. Просто аноксия, или гипоксия, не вызвала бы

таких разнообразных симптомов. А дело в том, что действие угарного газа не ограничивается соединением с гемоглобином. Ионы железа, помимо гемоглобина, содержатся также в мышечном белке миоглобине, и с ним угарный газ тоже образует комплексное соединение карбоксимиоглобин. Правда, сродство миоглобина к угарному газу в пять раз меньше, чем у гемоглобина, но все равно в организме человека, погибшего от отравления монооксидом углерода, концентрация карбоксимиоглобина в скелетных мышцах может достигать 53%, а в сердечной мышце — 44% (притом что содержание карбоксигемоглобина в крови доходит до 85%). Теперь понятно, откуда у отравившихся мышечная слабость!

Андерсен отметил ярко-вишневый цвет кожи и слизистых оболочек пострадавших. Карбоксимиоглобин, как и карбоксигемоглобин, имеет красно-вишневую окраску. Так же, как и комплекс с гемоглобином, соединение угарного газа с миоглобином устойчивее, чем оксигенированная форма того же белка.

Тяжелое отравление угарным газом сопровождается нервными расстройствами. Это связано с разрушительным действием коварного яда на миелиновую оболочку нервных волокон. Димиелинизация белого вещества мозга приводит к поздним осложнениям у пострадавших от угарного газа. В нервной ткани погибших наблюдаются дегенеративные изменения. Есть и другие нарушения функций организма, происходящие под действием «тихого убийцы».



Так что же делать-то?

Для начала — не курить. Не включать двигатель автомобиля на холостом ходу в закрытом помещении: содержание угарного газа в выхлопах двигателя, работающего вхолостую, в 2,5—4 раза больше, чем на перегоне. Не использовать вхолостую работающий двигатель для обогрева салона или кабины. Содержать в исправности печи и дымоходы, газовые колонки... Кстати, неисправность дымохода стала причиной смерти в 62-летнем возрасте классика французской литературы Эмиля Золя. Двадцать восьмого сентября 1902 года писатель отравился угарным газом в своей парижской квартире. Друзья Золя сразу заподозрили преступный умысел: у писателя появилось много врагов после открытого письма президенту Франции в защиту Дрейфуса. Если помните, офицера Альфреда Дрейфуса в 1894 году обвинили в государственной измене, причем доказательства вины были сфальсифицированы.

Следствие установило, что дымоход был завален мусором, но квалифицировало причину смерти как несчастный случай. Существуют, однако, сведения, меняющие картину: много лет спустя некий парижский кровельщик сознался перед смертью, что вместе с товарищем завалил дымоход квартиры Золя, считая того предателем интересов Франции. Впрочем, расследования не было, и официальную версию так и не опровергли.

Не следует также закрывать печную трубу, пока над головнями видно голубое пламя. Дождитесь, чтобы угли покрылись пеплом. Это профилактика.

Если же отравление произошло, нужно оказывать первую помощь. Она зависит от тяжести отравления. Действия спасателя при легкой интоксикации описал О.Генри в рассказе «Справочник Гименя». Напомню сюжет. Два золотоискателя, Сандерсон Пратт и Айдахо Грин, оказались завалены снегом в горной хижине. Непогода продолжалась неделю, но от чудовищной скуки их спасли найденные в хижине книги. Айдахо выбрал стихи Омара Хайяма, а Санди предпочел «Херкимеров справочник необходимых познаний». Этот справочник стал верным спутником Сандерсона Пратта и помог ему оказать первую помощь вынесенной из пожара женщине:

«Я оттащил ее на пятьдесят ярдов от дома и уложил на траву... Тут прибежал и мальчишка с льняным семенем. Я раскутал голову миссис Сэмпсон. Она открыла глаза и говорит:

— Это вы, мистер Пратт?

— Т-с-с, — говорю я. — Не говорите, пока не примете лекарство.

Я обвиваю ее шею рукой и тихонько поднимаю ей голову, а другой рукой разрываю пакет с льняным семенем; потом со всей возможной осторожностью я склоняюсь над ней и пускаю несколько семян в наружный уголок ее глаза.

В этот момент галопом прилетает деревенский доктор, фыркает во все стороны, хватая миссис Сэмпсон за пульс и интересуется, что, собственно, значат мои idiotские выходки.

Старый доктор берет книгу и рассматривает ее с помощью очков и пожарного фонаря.

— Послушайте, мистер Пратт, — говорит он, — вы, очевидно, попали не на ту строчку, когда ставили свой диагноз. Рецепт от удушья гласит: «Вынесите больного как можно скорее на свежий воздух и положите его на спину, приподняв голову», льняное семя — это средство против «пыли и золы, попавших в глаз», строчкой выше. Но в конце концов...»

Да, при отравлении угарным газом главное — дать возможность дышать чистым воздухом. Уменьшение концентрации угарного газа в легких вызовет смещение равновесия в обратном процессе соединения гемоглобина с молекулой СО в сторону диссоциации карбоксигемоглобина. Вакантное место тут же займет кислород. Еще лучше — вдыхание чистого кислорода. А в тяжелых случаях показана гипербарическая оксигенация — насыщение кислородом под давлением в специальных камерах. Для сравнения: период полувыведения карбоксигемоглобина из крови при вдыхании воздуха — 320 минут, при вдыхании чистого кислорода — 80 минут, а при гипербарической оксигенации — 23 минуты. Иногда для дыхания используют карбоген — кислород с добавлением 5—7% углекислого газа. Высокое по сравнению с воздухом содержание СО₂ уменьшает сродство гемоглобина к кислороду, облегчая отщепление кислорода от оксигемоглобина, и дыхание становится более эффективным.

В случаях, подобных описанному, требуется искусственное дыхание. Еще рекомендуют холодный компресс или лед на голову и грудь, крепкий натуральный кофе или чай, валериановые или ландышевые капли. Из обморока можно попытаться вывести с помощью нашатырного спирта. Но прежде всего — вызвать «скорую помощь». Только врач определит степень тяжести отравления и примет правильное решение о ходе лечения. Ведь тяжелые последствия острого отравления могут проявиться много дней спустя.



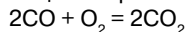
Угарный газ глазами химика

В дореформенной советской школе угарный газ был удостоен отдельного параграфа в учебнике и целого урока. Ведь это такое интересное вещество! И очень полезное (если им не дышать). Впервые был получен в 1776 году — чуть позже кислорода. Французский химик Жак де Лассон нагревал оксид цинка с коксом и получил «горючий воздух», который сначала не отличали от водорода. Только в 1800 году Уильям Крукшенк (W. Cruikshank) установил его состав. Токсичность газа выявил в 1846 году французский физиолог Клод Бернар, открывший гликоген. Бернар обнаружил, что вдыхание угарного газа вызывает смерть собаки, а кровь ее становится вишнево-красной.

Молекула монооксида азота состоит всего из двух атомов — проще только одноатомные молекулы инертных газов. Но она не так проста, как можно подумать. Энергия связи в ней — 1069 кДж/моль. Больше, чем даже в молекуле азота (945 кДж/моль). Молекула азота столь прочна из-за тройной связи между атомами. В молекуле угарного газа тоже три связи. Но если азот химически инертен, то угарный газ, к большому удовольствию химиков, охотно вступает в различные реакции.

Угарный газ горюч, а в смеси с воздухом взрывоопасен. Вот и Эд Макбейн пишет о полицейском Коттоне Хейзе:

«Он знал, что смеси одной части окиси углерода с половиной кислорода или двумя с половиной частями воздуха достаточно для того, чтобы снова от какого-нибудь пламени или искры произошел взрыв». Это соотношение подсказано уравнением реакции сгорания угарного газа:



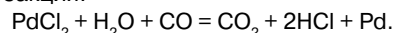
Возможно и медленное каталитическое окисление. Катализатором служит смесь 60% MnO_2 и 40% CuO . Эта смесь называется «гопкалилит» и используется в гопкалитовых патронах для угольных противогазов. Активированный уголь не способен адсорбировать угарный газ, вот и приходится окислять его до углекислого. Патрон при этом разогревается — реакция-то экзотермическая! Воспламеняется угарный газ при 605°C, если его объемная доля в воздухе составляет от 12,5% до 74,2%. Температура пламени может достигать 2100°C. Поэтому и использовали этот газ для освещения улиц и отопления помещений (в составе светильного или генераторного газов). А отсюда недалеко до бытовых отравлений. Вот какую городскую статистику приводит Коттон Хейз в разговоре со Стивом Кареллой:

«— Восемьсот сорок смертей в год, из которых четыреста сорок самоубийств. А из них четыреста тридцать пять — от газа. Впечатляет! Верно? Добавь сюда еще эти бутылки из-под виски. Самоубийцы этого типа часто напиваются до бесчувствия, после того как откроют газ. А иногда принимают снотворное, чтобы смерть была славной и приятной. Ты об этом знаешь?»

А один из американских сайтов приводит статистику по всей стране:

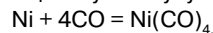
«Угарный газ является основной причиной случайного отравления в Соединенных Штатах. По оценкам экспертов, 1500 американцев умирают каждый год от случайного воздействия CO , а еще 2300 от преднамеренного воздействия (самоубийство). Кроме того, 10 000 человек обращаются за медицинской помощью после контакта с CO ». Впечатляет!

Помимо горючести, с водородом угарный газ делают схожими восстановительные свойства. Железо из руды в доменной печи восстанавливается в основном угарным газом. И даже может восстановить палладий из водного раствора хлорида палладия (II). Эта реакция служит для обнаружения CO . Достаточно пропустить газ через раствор 1 г хлорида палладия в литре воды (то есть весь литр брать не обязательно). Выпадет темный осадок. Можно внести в струю газа бумажку, смоченную таким раствором. Бумажка потемнеет. Происходит реакция:



Темный осадок — порошок мелкодисперсного восстановленного палладия.

А в 1889 году британский химик немецкого происхождения Людвиг Монд обнаружил, что угарный газ способен реагировать при незначительном нагревании с никелем, образуя бесцветную летучую жидкость — тетракарбонил никеля:



При 180°—200°C это вещество разлагается с образованием угарного газа и чистого никеля. На основании этого свойства Монд разработал метод промышленного получения чистого никеля: загрязненный металл обрабатывают угарным газом, а полученную жидкость отгоняют и опять разлагают. А в 1891 году уже был получен пентакарбонил железа. Железо реагирует с монооксидом углерода при нагревании и под давлением.

Айзек Азимов, по образованию химик, в рассказе «Хоровод» из сборника «Три закона роботехники» смоделировал ситуацию, возможную на горячей солнечной стороне Меркурия. Вот что произошло: экспедиции в составе двух человек и нескольких роботов для ремонта необходим селен. К селеновому озеру (на Меркурии селен расплавлен) отправлен самый совершенный робот. И вдруг этот робот Спида как будто сходит с ума. Он бегает вокруг озера, не приближаясь и не возвращаясь, а время идет... Но пилоты догадались, в чем дело! И разгадка химическая:

«— Но откуда взялась опасность? Если бы знать, отчего он бежит...»

— Да ведь ты сам уже догадался! Вулканические явления. Где-то около озера просачиваются газы из недр Меркурия. Серноокислый газ, углекислота — и окись углерода. Довольно много окиси углерода. А при здешних температурах...

Донован проглотил слюну.

— Окись углерода плюс железо дает летучий карбонил железа!

— А робот, — мрачно добавил Пауэлл, — это в основном железо».

Карбонилы металлов ядовиты, особенно тетракарбонил никеля. Ядовит и продукт их разложения — угарный газ. Для тетракарбонила никеля ПДК = 0,0005 мг/м³. А при вдыхании воздуха, содержащего 0,003—0,006% $\text{Ni}(\text{CO})_4$, смерть наступит



через 1—30 минут. Карбонилы металлов относятся к ингаляционным ядам. Они вызывают токсический бронхит, переходящий в отек легких, острую сердечную недостаточность и поражение печени, кровоизлияния в головном мозге. Пары карбонила никеля, как и угарный газ, не имеют цвета и запаха, только значительно тяжелее воздуха. Картина отравления может быть как похожей на отравление угарным газом, так и отличной, в зависимости от того, что вдыхал отравленный — сам карбонил или продукт его разложения.

И вот такое вещество выбрано в качестве орудия преступления в книге «Идеальная афера» Н. Леонова и А. Макеева. В книге подробно, со знанием дела описываются симптомы отравления:

«Смерть в результате остановки дыхания и падения сердечной деятельности, осложненной тяжелой тканевой гипоксией. Много характерных признаков именно угарного газа: резкий цианоз слизистых оболочек, кожи лица, кровь — вот это очень важно! — характерного карминно-красного цвета, но гемолизата нет, эритроциты целехоньки. Еще один показательный для окиси углерода признак: выраженные обширные кожно-трофические расстройства — пузыри, местные некротические отеки. Ни в желудке, ни в кишечнике ничего, хотя бы отдаленно напоминающего дающий сходную картинку яд, не обнаружено. При вскрытии выявили субарахноидальные кровоизлияния, отек мозга, то есть сразу же у нее началось тяжелое расстройство мозгового кровообращения. Значит, довольно быстро, хотя не мгновенно, потеряла сознание и... Именно так все бывает при концентрациях окиси углерода в воздухе, превышающих восемь сотых процента».

Однако смерть произошла на рабочем месте — в кабинете заведующей экспертно-аналитической лабораторией при НИИХ СГУ. (НИИХ — это НИИ химии. Простенько и со вкусом. Придумывать, какой такой химии НИИ, авторы поленились.) Погибла сама завлабораторией Алина Васильевна Беззубова. А откуда взялся угарный газ? Никто бы не догадался, если бы не колоритный пенсионер Московского уголовного розыска Семен Семенович Липкин, который сразу определил:

«— Ее, эту Алину Васильевну, отравили карбонилами. Да! Только так. И никак иначе. Я вспомнил. Приблизительно таким же образом в мир иной отправили лорда Кенсингвилла, второго виконта Тренсборо в Бомбее, еще до войны, в тридцать пятом году... Они, хоть и содержат тяжелый атом металла, являются жидкостями, причем легколетучими. Почти все медицинское эфира. Но, в отличие от последнего, смертельно ядовиты. Куда убойней, чем просто угарный газ. Здесь, если я прав, надо было искать именно металлы. Те самые, переходные, которые удерживают окись углерода в молекуле нашей отравы. Один из трех металлов — кобальт, никель или железо... Так что проверяя ткани трупа, Лева. Легкие прежде всего... Ищи грамотного, талантливого, эрудированного химика. Такой вполне способен смастерить отраву сам. Из подручных материалов». И старший оперуполномоченный Главного управления уголовного розыска, полковник милиции Лев Иванович Гуров принял искать.

«Никеля в легочной ткани тела Беззубовой оказалось впрямь под завязку. В сочетании с выводами патологоанатомов это не оставляло сомнений — да, отравили Алину Васильевну карбонилем никеля».

Еще один необычный поворот сюжета мы найдем в романе Элизабет Джордж «Школа ужасов». Тело ученика престижной английской частной школы найдено со следами пыток на сельском кладбище вдали от учебного заведения. Причиной смерти стало отравление угарным газом. На теле и под ногтями обнаружены следы карбоната калия. Инспектор, граф Томас Линли, он же лорд Ашертон, пытается понять, как произошло убийство, перебирая различные ситуации, при которых возможно отравление. Следы карбоната калия наводят на мысль о том, что мальчик находился в химической лаборатории.

Линли обращается за помощью к своему другу, эксперту смерти Саймону Сент-Джеймсу. Друзья приехали в школу Бредгар Чемберс, чтобы осмотреть предполагаемое место преступления. Вот диалог Линли и Сент-Джеймса, натолкнувший Линли на правильную мысль:

«— Можно ли искусственным путем получить угарный газ?

— Разумеется. Например, из муравьиной и серной кислоты.

— Как это сделать?

— Долить муравьиную кислоту в серную. Муравьиная кислота дегидратируется, из нее выделяется вода, а в результате получается монооксид угля, углекислый газ.

— Это очень сложно?

— Это может сделать всякий, были бы под рукой нужные реактивы и аппаратура. Нужна бюретка, чтобы доливать муравьиную кислоту в нужной пропорции, но вообще... Сент-Джеймс окинул взглядом лабораторию: — Здесь есть все необходимое. Бюретки, колбы. В том шкафу хватает химикалий. На каждой бутылке аккуратная этикетка. Шкаф хотя бы заперт?

— Нет, — сказал Линли, проверив замок.

— Есть там серная кислота? Муравьиная?

Линли прошелся вдоль ряда бутылок. Их тут десятки, если не сотни. То, что ему требовалось, он нашел на нижней полке второго шкафа.

— Вот они, Сент-Джеймс. Серная кислота и муравьиная. И другие кислоты тоже есть.

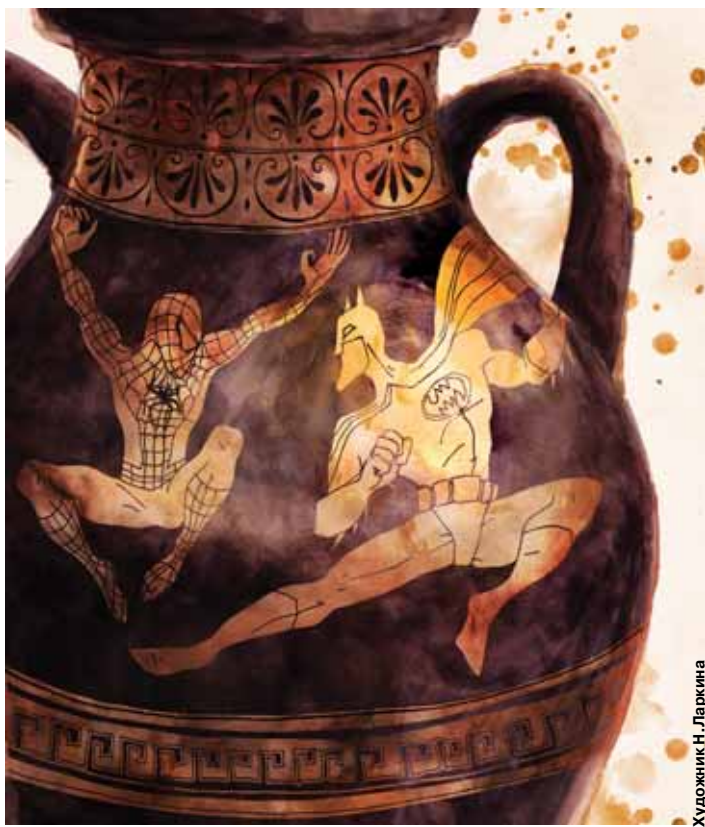
Сент-Джеймс кивнул и указал на ряд больших бюреток, стоявших наверху шкафа.

— Требуется наполнить угарным газом объем в два кубических метра. — Он словно читал лекцию. — Нужно заблокировать вентиляционное отверстие и сток. Мальчика поместили вовнутрь, связанного, с кляпом во рту. В угол шкафа поставили широкий сосуд и самую большую бюретку — на пятьсот миллилитров будет в самый раз. Муравьиная кислота закапала в серную. Начал выделяться угарный газ. Мальчик задохнулся».

Чтобы успокоить читателей, добавим только, что учитель химии никакого отношения к этим событиям не имел. Но каковы знания химии у Элизабет Джордж! И ведь она не химик, как, например, Айзек Азимов, а учитель английского языка и доктор психологии. Знания по химии были ею получены в обычной американской школе, правда, в 60-е годы. А вот выпускники нынешней российской школы определенно не знают, как получить угарный газ из муравьиной кислоты. Что ж, зато им не придет в голову то, до чего додумались ученики Бредгар Чемберс (если это может кого-то утешить).



Древние герои



Художник Н. Ларкина

Юрий Бархатов

Я зашел в этот магазин как бы случайно, прогуливаясь по улицам нормал-тауна. Сказать по правде, просто так я там не хожу. Ничего не имею против нормалов, но слишком там серо и скучно, и бываю я в этих местах только по делу.

Магазин «Геномы» я заметил давно. Сначала мне о нем рассказали как о диковинке — ну действительно, все равно что автосалон «Автомобили» или магазин одежды под названием «Одежда». Простенько и безвкусно. На самом-то деле хозяин магазина знал, что делает, — это было единственное место в нормал-тауне, где можно было купить чеги — видоизменяющие ваш геном дозы ретровирусов. Нормалы-то такого не купят! А турист должен сразу понимать, что перед ним, а то, не дай Бог, перепутает с салоном бодибилдинга. Да-да, у нормалов они по-прежнему процветают!

Так вот, узнал я про этот магазин и задумался: а зачем было вообще организовывать его в таком месте? Зачем туристу покупать чеги в грязном нормал-тауне, если их можно купить в любой лавке за три шага от дома? При таком раскладе магазинчик уже давно должен был разориться — ан нет! В чем же дело? Значит, все же продавалось там что-то, приносящее прибыль. Запрещенные геномы?

Сейчас я готовился это выяснить.

— Простите, — сказал я продавцу, — я хотел бы купить у вас геном. Что вы можете предложить?

Худощавый паренек лет восемнадцати, видимо подрабатывающий на выходных студент, уставился на меня своими нормальными голубыми глазами и спросил:

— Какой чег вас интересует? Модификатор мускульной массы? Интеллекта? Метаболизма? Может быть, вас интересуют секс-чеги? Недавно мы получили новую партию...



НАНОФАНТАСТИКА

— Нет, — оборвал я его, — стандартные модификаторы меня не интересуют. Можете вы предложить... что-то необычное?

— Необычное, господин? — Парень посмотрел на меня с некоторым удивлением.

— Да, необычное. Чего нельзя купить за пределами нормал-тауна. А попросту — чег конкретной личности.

Парень уткнулся взглядом в прилавок, теперь опасаясь глядеть мне в глаза.

— Вы уверены, что пришли по нужному адресу? — спросил он.

— Да, — ответил я.

Поведение парня выдавало его с головой. Замечательно. Никакого риска.

— В таком случае, что вас привело сюда? Какая личность вас интересует?

— Мне нужны чеги древних героев.

— Древних героев?

— Да.

— Кого конкретно?

Я молча протянул ему бумажку с написанными на ней двумя именами.

Парень совсем смутился, сказал «подождите» и шмыгнул за дверь в подсобные помещения.

Я же напряг свой генно-модифицированный слух. Ага! Он побежал советоваться с хозяином магазина!

— ...Смотрите, что ему нужно!

— Если нужно — предоставим. Проси двойную цену за срочную работу. Нашим инженерам придется попотеть.

— Но... Сергей Игоревич! Их не существовало никогда!

— И что с того? Не далее как вчера ты продал чеги Самсона и Ахилла. Даже если они и существовали в действительности, где, по-твоему, мы могли раздобыть их геномы?

— Мы... э-э-э... мы что же, обманываем клиентов?

— Уверю тебя, клиенты прекрасно все это знают. Как знают и качество наших синтезированных геномов. Так что будь добр, возвращайся назад, не заставляй ждать покупателя.

Парень вышел ко мне, сияя улыбкой.

— Хорошо, — сказал он, — вы получите оба чега. Вам их доставят через два дня. Стоить это будет...

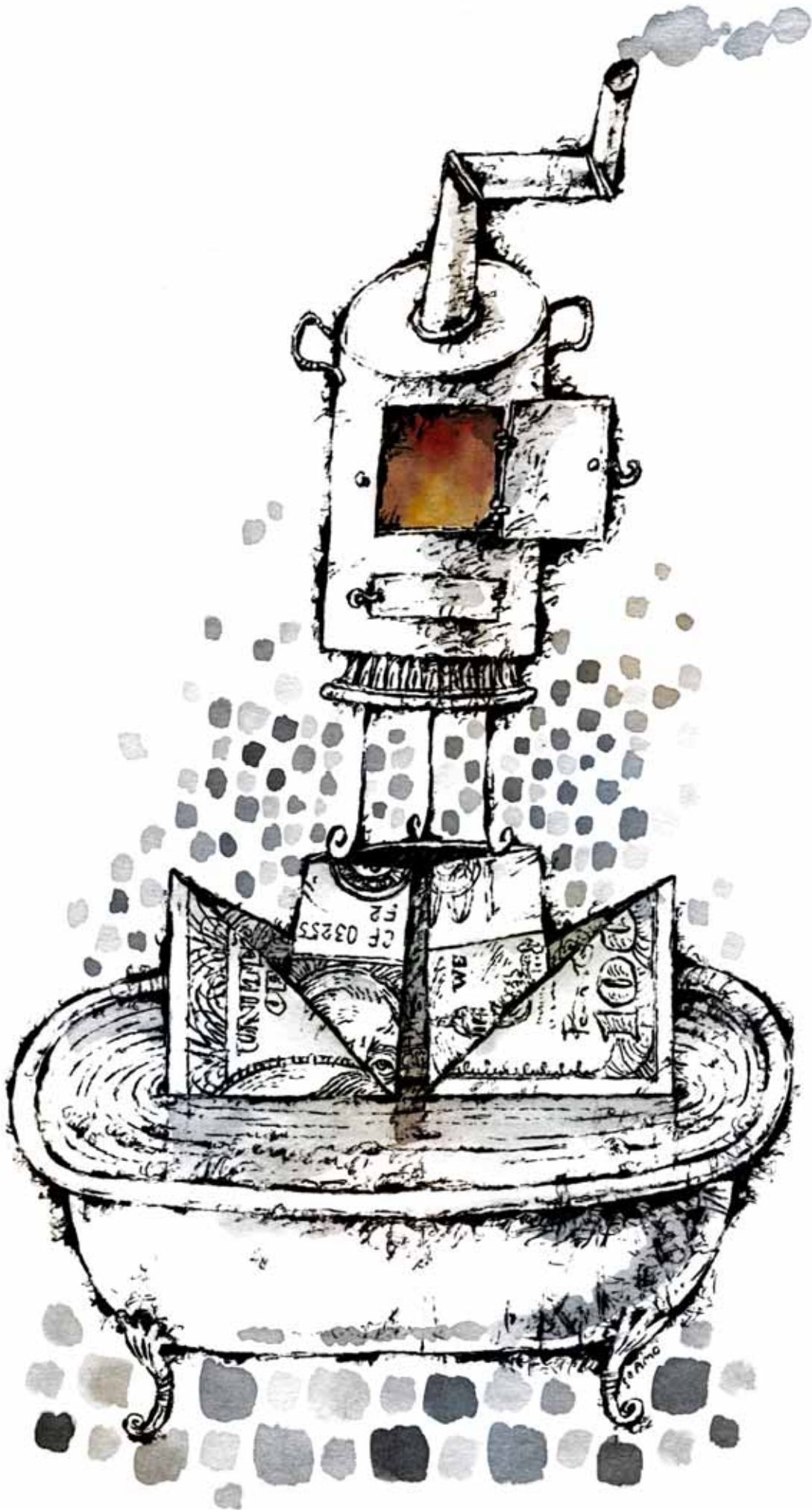
Он назвал сумму. Дорого, но я кивнул и расплатился наличными.

— До свидания. Надеюсь, вы станете нашим постоянным клиентом.

— Мне бы тоже этого хотелось, — сказал я, не кривя при этом душой.

Видите ли, я устроитель подпольных гладиаторских боев. Хороший заработок, но и конкуренция запредельная. Сегодня ты на коне, а завтра в помойной яме. Приходится все время шевелить мозгами, выдумывать что-то новое... И в последнее время дела мои шли не лучшим образом.

Но сегодня мне улыбнулась удача. Кому теперь интересен бой «Спартак против Ахилла» Севильского или «Самсон против Тайсона» братьев Ли? «Бэтмен против Спайдермена» — вот матч, на котором я сколочу состояние!



Первый

Доктор
химических наук
Генрих Эрлих



НАНОТЕХНОЛОГИИ

Это несомненно самый узнаваемый американец, потому что его портрет украшает купюру, перед которой благоговеют все, включая ненавидящих доллар и предсказывающих ему скорый крах. Этого лысоватого патлатого старика узнают даже те, кто не знает его имени, — Бенджамин Франклин. Он был первым во множестве разнородных областей человеческой деятельности, которыми ему выпало заниматься. Но для нас важно, что Франклин был первым и в том, что мы сегодня называем «нанотехнологиями», хотя он об этом не догадывался.

250 лет назад

Однажды, стоя на палубе в ветреную погоду, Бенджамин Франклин обратил внимание на странный факт: все суда каравана, которым он следовал из Америки в Англию, мерно покачивались на волнах, но два стояли, не шелохнувшись, и вокруг них поблескивало зеркало идеально ровной воды. «Как такое может быть?» — спросил Франклин у капитана, привлекая его внимание к непонятному явлению. «Да коки, наверно, выплеснули за борт жирную воду», — невозмутимо сказал капитан как о чем-то всем хорошо знакомом. Тут в памяти Франклина всплыли строки из прочитанной в юности «Естественной истории» Плиния: действительно, еще древнегреческие и римские мореходы усмиряли волны, выливая масло на поверхность воды. Другой бы на этом и успокоился, но Франклин взялся за собственное расследование. Дело было в 1757 году...

Все поэты — нищие

Бенджамин Франклин родился в 1706 году, он был пятнадцатым в череде из семнадцати детей сурового пуританина Джозайи Франклина, который эмигрировал в Бостон из Англии в 1685 году, спасаясь от религиозных гонений. В такой семье не забалуешь — школу мальчик покинул в десятилетнем возрасте, отучившись два класса, и все его дальнейшее образование проходило, как говорится, без отрыва от производства. Способ образования был классический, неизменный на протяжении столетий — чтение всего, что попадет на глаза. Производство тоже было незамысловатым: Бенджамин варил мыло и плавил воск для свечей в мастерской своего отца. Через два года он приобщился к более интеллигентной профессии — стал подмастерьем в типографии своего старшего брата Джеймса.

К тому же времени относятся и первые литературные опыты Франклина — он принялся печь как блины стихотворные баллады, которые с пылу с жару печатал и распродал его оборотистый брат. Конец этому бизнесу положил отец. «Все поэты — нищие», — сказал он. Бенджамин внял аргументу родителя и впредь занимался только прозой, достигнув в ней подлинного мастерства.

Его «Автобиография» — действительно блестящее литературное произведение.

Вскоре Джеймс Франклин стал издавать газету «Нью-Ингленд Курант». Многие считали эту затею безнадежной, полагая, что одной газеты для Америки вполне достаточно. Людям вообще свойственно ошибаться в оценке перспектив идей и предприятий. Вот и Билл Гейтс когда-то считал, что двадцать килобайт — максимальный объем оперативной памяти, который когда-либо потребуется пользователям персональных компьютеров. Бенджамин играл роль «мальчика за всё»: набирал и печатал очередную номер, а потом разносил газеты подписчикам. И при этом писал статьи, которые тайком подбрасывал в редакцию.

Отношения с Джеймсом постепенно накалялись, и в 17 лет Бенджамин сбежал, что считалось по тем временам серьезным правонарушением — подмастерье был обязан отработать обучение, не получая при этом ни гроша.

Свой бег он остановил в Филадельфии, городе, который стал для него родным и в котором донине царит культ Франклина. Он устроился на работу в одну из двух типографий города. Вскоре на работающего, инициативного и любознательного молодого человека обратил внимание сам губернатор Пенсильвании, который отправил его в Англию, наобещав златые горы. Обещания оказались пустыми, Франклин вновь очутился в чужом городе без пенса в кармане и вновь не пропал. Он нашел работу в самой современной типографии и друзей, которые познакомили его с английской журналистикой, а также с многочисленными лондонскими театрами, пабами и борделями.

Первая «командировка» Франклина в Англию продолжалась полтора года. Вернувшись в Филадельфию, он начал свой долгий путь вверх. В этом он тоже был первым — первым в длинном ряду американцев, которые сделали себя сами. Начав простым рабочим, Франклин стал владельцем крупной типографии и издателем самой популярной американской газеты того времени «Пенсильвания газетт». Хорошо усвоив английские уроки, Франклин не надоедал читателям морализаторством и назидательностью, которых в пуританской Америке и так было в избытке, он давал им информацию и увлекательное чтение. Таков был «Альманах бедного Ричарда», который Франклин выпускал в течение 25 лет, начиная с 1732 года. Легкое чтение: рецепты, календарь, остроумные житейские советы. Многие из них сохранились в форме афоризмов, дошедших до наших дней, не потеряв актуальности, как, например, одно из самых известных: «Неизбежны только смерть и налоги». Не будет большим преувеличением сказать, что Франклин создал американскую журналистику.

Да, он не был «поэтом» — когда в сорок лет Франклин отошел от активных занятий бизнесом, его доход превышал жалованье королевского губернатора Пенсильвании.

Почтмейстер, посол, патриарх

Отныне Франклин полностью отдался науке и общественной деятельности. В Филадельфии он основал публичную библиотеку (первую в Америке), Американское философское общество и Академию — университет Пенсильвании, милицию — специальные отряды добровольцев, патрулирующих по ночам Филадельфию, добровольную пожарную бригаду и первую в истории Пожарную страховую компанию. По его призыву филадельфийцы замостили улицы города, перестали выбрасывать на них мусор и выплескивать помои из своих домов и установили газовые фонари. А еще Франклин 16 лет был почтмейстером Пенсильвании и затем в течение 21 года заместителем генерального почтмейстера североамериканских колоний. Благодаря его усилиям американская почтовая служба поднялась на недосыгаемую (для нас) высоту, на которой пребывает до сих пор.

В 1757 году Франклин отправился в Лондон в качестве представителя североамериканских колоний. Его вторая английская «командировка» продолжалась долгих 18 лет. Задача Франклина, как и всякого настоящего посла, заключалась в сглаживании недоразумений и напряженностей, которые возникали между метрополией и колониями. Да, в своих статьях он развивал идеи американской нации и союза колоний, но ни о какой революции и тем более о независимости даже не заикался. Он считал необходимым верховенство английской короны, ибо в противном случае «все передерутся». Все, чего он хотел, это разумной имперской колониальной политики.

Тем не менее отношения между Лондоном и североамериканскими колониями резко обострились. Франклин был выслан или отозван из Англии и вернулся в Филадельфию в 1775 году, как раз вовремя, чтобы успеть поставить свою подпись под Декларацией независимости.

Отношение Франклина к идее равенства было довольно своеобразным. Нет, он утверждал, что все люди равны, но с существенными оговорками. В частности, он считал ложным утверждение о равенстве всех людей по интеллекту, способностям, доброте души. Идея равенства, неоднократно писал Франклин, абсолютно верна в другом смысле: люди равны по причине общего для всех них невежества, тщеславия, глупости и необоснованных претензий на правоту. Признаем, что он был прагматиком, понимал в жизни и в людях и неукоснительно следовал принципу Фрэнсиса Бэкона, одного из своих идейных учителей: надо принимать мир таким, какой он есть, а не таким, каким мы хотели бы его видеть.

Пребывание Франклина на родине было коротким, уже через полгода после подписания Декларации независимости он вновь отправился в качестве посла в Европу, на этот раз в Париж. Он умело использовал извечную вражду Англии и Франции, распространившуюся и на территорию Северной Америки, и обеспечил поддержку Франции для отколовшихся от Англии колоний. Он также заручился поддержкой еще одной могущественной силы — масонов. Франклин был инициирован в ложу «Девять сестер» и вскоре стал ее гроссмейстером. Среди то ли сестер, то ли братьев числились Вольтер, Жан-Антуан Кондорсе, Жорж Дантон, Жозеф Гильотен, братья Монгольфье и другие известные исторические лица. При всем этом Франклин находил время для занятий живописью, игры в шахматы и карты, участия в королевской комиссии по анализу «животного магнетизма» Месмера, ухаживаний за вдовой философа Гельвеция, которой он даже сделал

предложение выйти за него замуж, и другими дамами.

Вернулся Франклин в Америку через девять лет и успел насладиться «осенью патриарха» — всеобщим уважением и почетом и должностью президента Пенсильвании. Скончался он в 1790 году в возрасте 84 лет. Долголетие отнюдь не удивительное для того времени. Отец Франклина прожил 89 лет, мать — 85, а сын Уильям — 83.

Что на самом деле достойно удивления, так это как при такой напряженной общественной деятельности Франклин находил время для научных изысканий. Не случайно его считают автором теории «управления временем» — системой правильной организации труда. «Время — деньги» — один из самых известных афоризмов Франклина.

Гольфстрим, молния и громоотвод

Заметим, однако, что наукой Франклин активно занимался сравнительно недолго, около десяти лет, и, похоже, не придавал этим занятиям большого значения — в его «Автобиографии» они упоминаются лишь вскользь. Некоторые злопыхатели, без которых не обходится ни один великий человек, считали его посредственным ученым. Они не правы в принципе. Франклин вообще не был ученым в современном понимании этого слова. Он был изобретателем и пытливым наблюдателем природы — естествоиспытателем, или философом природы — натурфилософом. При этом он сделал столько, что многим ученым и не снилось.

Надо больше доверять наблюдениям, руководствоваться здравым смыслом и меньше полагаться на эмоции, считал Франклин. Именно из наблюдений выросли многие его открытия. В частности, будучи почтмейстером, он обратил внимание на жалобы, что почта из Англии идет в среднем на две недели дольше, чем другие грузы. Единственное различие в доставке заключалось в том, что почтовыми судами командовали английские капитаны, а торговыми — преимущественно американцы. Франклин предположил, что причина задержки лежит в морских течениях у берегов Америки, с которыми лучше справлялись американские моряки, смолоду промышлявшие в этих водах. По настоянию Франклина капитаны судов стали наносить свои наблюдения на карты. Так появилась первая карта Гольфстрима. Название (gulf stream — течение из залива), кстати, тоже придумал Франклин.

Однако наибольшую известность ему принесли работы по электричеству. Чтобы оценить величие Франклина, достаточно вспомнить, что знало человечество об электричестве в 1747 году, когда начинающий сорокалетний ученый впервые столкнулся с этим явлением. По сути дела, все исчерпывалось проскакиванием искры между двумя палочками, натертыми шерстяной тряпкой, притягиванием или отталкиванием от этих палочек легких предметов вроде перышка и сконструированным незадолго до этого незамысловатым устройством под названием «лейденская банка»: стеклянная бутылка, заполненная водой и заткнутая пробкой с вставленным металлическим стержнем. Разряд лейденской банки вызывал в теле человека крайне неприятные ощущения, всем нам хорошо знакомые, которые тем не менее обладали для современников непонятной притягательной силой.

Нечто подобное Франклин и увидел на «лекции» приехавшего из Шотландии доктора Спенса. В сущности, это было балаганное зрелище за деньги, но оно, по собственному признанию Франклина, «изумило его и доставило ему удовольствие». Поразительно, но всего через два года он уже сформулировал свою основную гипотезу о



природе электричества в письме к члену Королевского общества Питеру Коллинзу: «Электрическая материя состоит из частиц крайне малых, так как они могут пронизывать обычные вещества, такие плотные, как металл, с такой легкостью и свободой, что не испытывают заметного сопротивления». Через два с лишним столетия великий физик Петр Леонидович Капица напишет: «Эта картина до сих пор в основном остается правильной... В наши дни мы называем эти "крайне малые частицы" электронами».

Тогда же Франклин ввел в обращение столь привычные для нас обозначения «+» и «-». Он исходил из своих представлений, что любое тело является как бы губкой, насыщенной частицами электричества. Тело, получившее при электризации избыток электрических частиц, заряжено положительно, а тело, имеющее недостаток этих частиц, заряжено отрицательно. Сейчас мы придерживаемся диаметрально противоположной точки зрения, но обозначениями Франклина тем не менее пользуемся.

А еще он высказал предположение об электрической природе молнии и предложил способ экспериментальной проверки своей гипотезы с помощью воздушного змея. Сейчас кажется странным, что Франклин опубликовал эту идею, нисколько не озаботившись тем, что кто-либо может воплотить ее в жизнь и приобрести тем самым всемирную славу. Но дело в том, что его абсолютно не волновали вопросы приоритета, столь значимые для ученых последующих поколений и особенно наших дней, если судить по многочисленным, выходящим зачастую за грань приличия дискуссиям в СМИ и научном сообществе.

И ведь такой опыт действительно проделал французский ученый Томас-Франсуа Далибар в 1752 году. Пытался осуществить его в России в 1753 году Георг Рихман, который при этом погиб, пораженный молнией. В том же 1753 году и у Франклина наконец дошли руки до описанного им эксперимента. О предшествующих попытках он просто не знал. Вот как это было. По углам рамки воздушного змея, сделанного из легкого шелкового платка, Франклин поместил острия, которые, согласно его идеям, притягивали электричество. Оно стекало по бечевке на металлический ключ, привязанный к концу бечевки. Чтобы изолировать бечевку (и ключ) от земли, к концу бечевки была привязана шелковая лента. Необходимо было следить, чтобы шелковая лента не намочала, для этого человек, запускавший змея, должен был находиться под крышей. Как только грозовая туча оказывалась над змеем, вся система заряжалась электричеством и ворс на бечевке поднимался дыбом. Когда дождь смачивал змея и бечевку, их электропроводность резко увеличивалась и на ключе скапливалось много электричества. «Вы видите, — писал Франклин, — как электрический огонь обильно стекает с ключа при приближении вашего пальца». Признаем, что экспериментаторы прошлого были все же не-

много сумасшедшими. Конечно, Франклин говорил, что он принял все меры предосторожности, но о каких *всех* мерах предосторожности может идти речь при изучении неизвестного?

Теория Франклина вызвала бурные дебаты, многие ученые отвергали ее с порога: что может предложить этот дилетант, и к тому же американец?! Поведение Франклина в этой ситуации опять могло бы послужить примером для последующих поколений ученых. Он не бросился доказывать свою правоту, выступать на конференциях и писать письма в редакции. «Я решил предоставить мои доклады их участи, — рассказывал Франклин в «Автобиографии», — полагая, что будет лучше использовать время, которое я могу выкроить из занятий общественными делами, для производства новых экспериментов, чем для дискуссии по поводу уже произведенных». Время подтвердило правоту Франклина, его теория была признана. Истина всегда прокладывает себе дорогу, рано или поздно.

Вполне возможно, что олимпийское спокойствие Франклина во время обсуждения его теории объяснялось практическим складом его ума: зачем ломать копыя вокруг теоретических выкладок, если можно предъявить созданное на их основе работающее устройство. С этим уже не поспоришь. Опыты с лейденской банкой привели Франклина к изобретению конденсатора, без которого немислимы современные электронные устройства. Опыт с воздушным змеем нашел воплощение в громоотводе.

И вновь необычное поведение: Франклин не стал патентовать громоотвод, хотя было очевидно, что это изобретение может принести ему огромное состояние в кратчайший срок. Это даже как-то не по-американски, сказали бы мы с высоты нашего времени. Но точно так же не стал Франклин патентовать и изобретенную им железную печь, которая требовала намного меньше дров и лучше обогревала дома, чем традиционные английские каминь. В США эти устройства называют «печью Франклина» и используют до сих пор, ее отголоском в России стала знаменитая «буржуйка».

Франклин считал, что изобретения и научные достижения должны принадлежать всему обществу, а не какому-то конкретному человеку. «Получая удовольствие от чужих изобретений, приятно сознавать, что и ты можешь оказать услугу людям», — говорил он. К сожалению, этот альтруистический подход не привился. В результате в наши дни ситуация с патентным правом и в целом с авторскими правами, миновав этап театра абсурда, приближается к сумасшедшему дому. Вас могут привлечь к ответственности за скачивание любимейшей вам песни. Статьи, опубликованные в научных журналах, считаются собственностью этих журналов, и вы должны запрашивать у них разрешение на воспроизведение какого-нибудь графика или рисунка в своей статье или книге. Патентуются незамысловатые словосочетания — слоганы



разных фирм. Да что там фирм! Попробуйте сказать публично: «Давайте приготовимся к драке» («Let's get ready to rumble»), и вы рискуете нарваться на иск от Майкла Баффера, известного ведущего в профессиональном боксе, которому принадлежат исключительные права на этот шедевр человеческой мысли. Патентное право позволяло исследователям патентовать обнаруженные ими гены. Сделать этого не удалось только благодаря протестам общности, природных носителей этих самых генов.

Впрочем, некоторые свои изобретения Франклин все же патентовал, например кресло-качалку или бифокальные очки (которые он изобрел в восьмидесятилетнем возрасте — видно, жизнь заставила). И с утверждением, что патент на громоотвод мог принести ему огромное состояние в кратчайший срок, я тоже немного погорячился. Новое и в наше высокотехнологичное время часто встречаются в штыки, достаточно вспомнить истерию вокруг стволовых клеток и генетически модифицированных организмов. Что уж говорить о восемнадцатом веке, который только на бумаге называется эпохой Просвещения. Подавляющая часть населения пребывала в невежестве, а широкое распространение грамотности в протестантских странах было связано в первую очередь с обязательным ежедневным чтением Библии. Для всех этих людей эксперименты Франклина с электричеством и изобретение громоотвода были святотатством, ведь гром и молнии всегда считались прерогативой Бога и орудиями его гнева.

В заключение скажем, что, несмотря на первоначально настороженное отношение, научное сообщество довольно быстро признало Франклина. Почин положили американские Кембриджский и Йельский колледжи, которые присвоили ему степень магистра искусств. «Так, не учившись ни в одном колледже, я стал пользоваться их почестями», — удовлетворенно заметил в своей «Автобиографии» Франклин. В 1762 году Оксфордский университет присвоил ему степень доктора, позднее он стал почетным членом Королевского общества, а затем первым американцем — иностранным членом Петербургской академии наук.

Масло на воде

Но вернемся к эксперименту, с которого я начал рассказ. Франклин начал скрупулезно собирать различные свидетельства об этом явлении. Оказалось, что оно хорошо известно морякам по всему земному шару и даже простые рыбаки на Бермудах успокаивают таким образом рябь на воде, чтобы им было лучше видно рыбу в глубине. Во-вторых, он постоянно носил с собой бутылочку с маслом и, очутившись у какого-нибудь водоема в ветреную погоду, ставил натурные эксперименты, пытаясь разобраться в сути явления и заодно поразить своих спутников.

Эксперимент действительно поразительный, и я реко-

мендую вам сделать его своими руками для начала в тазу или в ванной. Взбаломучивая воду, капните подсолнечное масло из пипетки и посмотрите, что получится. Уверю, что после этого вас, как и Франклина, потянет на природу, к какому-нибудь пруду, чтобы воспроизвести эксперимент в большем масштабе. Получится, не сомневайтесь. Если подойдете к пруду с наветренной стороны, там, где зарождаются волны. Это, кстати, тоже выявил Франклин в ходе своих опытов.

Удивляет скорость распространения масляного пятна на воде и его площадь. В статье, опубликованной в журнале «Philosophical Transactions» в 1774 году, Франклин писал, что ему удалось с помощью чайной ложки масла успокоить волнение в пруду на площади в пол-акра, по-нашему двадцать соток. Естественно, возникает вопрос: а какова же толщина слоя масла, образующегося на поверхности воды? Тут нет нужды апеллировать к Франклину, который был не силен в арифметике, за исключением бухгалтерских расчетов. Вы можете это сделать сами. Итак, мы берем один кубический сантиметр масла, приблизительно половину чайной ложки, и распределяем масло равномерным слоем на поверхности в сто квадратных метров. Вы считаете быстрее меня и абсолютно правильно: толщина слоя составляет в этом случае десять нанометров. Слои масла на воде — вероятно, первый объект нанометровых размеров, который стал предметом изучения ученых.

Мы с вами прикинули, что ее толщина может составлять десять нанометров. Это много или мало? И можно ли уточнить пленку, а если да, то до каких пределов? Вы, конечно, знаете ответ на последний вопрос: сплошная пленка никак не может иметь толщину меньше, чем размер молекулы масла. И обратно: зная толщину максимально тонкого слоя масла, можно определить размер молекулы. Неужели Франклин не сделал этот тривиальный эксперимент и не произвел элементарный расчет?

Нет, не сделал. Нельзя требовать от одного, пусть и гениального человека всего, тем более невозможного. Волновая теория во времена Франклина хотя бы существовала, а вот атомно-молекулярного учения не было. Было слово «молекула», его изобрел в 1636 году французский священник Пьер Гассенди, но оно не имело конкретного физического содержания. Поэтому современник Франклина Михаил Васильевич Ломоносов рассуждал, как мы помним со школы, не о молекулах, а о корпускулах, но эти идеи не оказали никакого влияния ни на Франклина, ни на других ученых. И даже отец современной атомистики Джон Дальтон (1766—1844) обходился без этого понятия и говорил о «сложных атомах».

Так что определить размер молекулы, исходя из толщины слоя масла, Франклин не мог в принципе. И лишь через сто лет после его кончины, повторив его эксперименты, это сделал Джон Уильям Стретт, лорд Рэлей (1842—1919). Он получил величину около двух нанометров — таков размер довольно крупных молекул масла.

Символично, что нанообъекты вступили в мир науки в связке с технологиями. Такой уж человек был Бенджамин Франклин, что все свои научные изыскания он старался довести до практического результата, более того, выполнял их именно с ориентацией на практику. Исследования масляных слоев на поверхности воды начались на море и окончились там же. Франклин пытался разработать безопасный способ швартовки судов и особенно высадки на побережье в условиях сильного волнения на море. Сложность и актуальность последней задачи понимает любой, кто хоть раз купался в море при поднятом над пляжем

красном флаге. Испытания проводились в Портсмуте в октябре 1773 года при деятельном участии голландского капитана Джона Бентинка. По заключению самого Франклина, желаемого эффекта, то есть комфортной высадки, достичь не удалось, тем не менее полоски спокойной воды наблюдались даже при сильном ветре. Только после этих экспериментов Франклин опубликовал полученные им результаты в вышеупомянутой статье. Исследование заняло 17 лет.

Со слоями масла на воде связан еще один интересный эффект, который наблюдал Франклин, да и вы, но применительно к несколько другим объектам — пленкам бензина на воде и мыльным пузырям. Как всем известно, они имеют цветную, переливчатую окраску, притом что все задействованные вещества бесцветны. Современные школьники на уроках физики бойко объясняют этот эффект: «Распространение света — волновой процесс. Свет, падая на пленку, частично отражается от внешней поверхности, а частично проходит внутрь и отражается от второй поверхности. Волны, отраженные от двух поверхностей пленки, складываются по законам интерференции, волны с одной длиной волны усиливаются, а с другой — ослабляются вплоть до исчезновения. Так появляется цвет».

Попробовали бы они сказать нечто подобное в середине XVIII века! За одну первую фразу их бы выгнали с волчьим билетом не то что из школы, но из любого университета. В науке тогда царила корпускулярная теория света Ньютона, согласно которой свет представляет собой поток материальных частиц, а волновая теория, созданная Гюйгенсом в конце XVII века, пребывала в загоне. Из крупных ученых того времени ее поддерживали разве что Леонард Эйлер и Бенджамин Франклин. Это тем более удивительно, что теория электричества Франклина может быть с полным основанием названа «корпускулярной», а вот в оптике он придерживался диаметрально противоположной концепции. Тут можно говорить о его гениальной научной интуиции, но, возможно, сыграло свою роль и наблюдение за пленками масла на воде, ведь именно объяснение явления интерференции не давалось теории Ньютона, но прекрасно объяснялось волновой теорией.

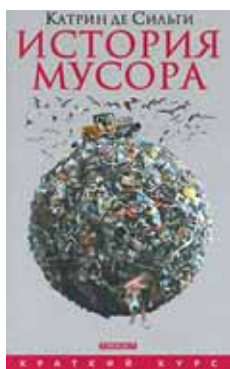
Так в научном наследии Бенджамина Франклина впервые сошлись поверхность и тонкие слои, электричество и оптические явления — краеугольные камни нанотехнологий. И потому он — первый.



Московский Дом Книги

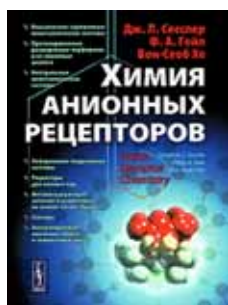
СЕТЬ МАГАЗИНОВ

Катрин де Сильги
История мусора.
От средних веков до наших дней
М., Текст, 2011



Проблема отходов существует с незапамятных времен. В этой книге специалист по охране окружающей среды рассказывает, какие приключения в разные времена ожидали тех, кто имел дело с бытовыми отходами, какие усилия прикладывал человек, чтобы освободиться от остатков жизнедеятельности, сколько понадобилось воображения и изобретательности, чтобы извлечь из отходов хоть немного пользы.

Дж. Л. Сесслер, Ф. А. Гейл, Вон-Сеоб Хо
Химия анионных рецепторов
М., УРСС, 2011



Распознавание анионов играет определяющую роль в некоторых биологических процессах. Сегодня известно много разнообразных рецепторов и переносчиков анионов. Кроме того, существует множество искусственных анионных рецепторов, полученных как по «подсказке» природы, так и благодаря интуиции химиков. В книге рассказана вся история химии анионных рецепторов с самого ее начала, описаны при-

родные анионные рецепторы и химические методы работы с ними. Авторы детально рассматривают методы синтеза рецепторов (основы для дальнейших исследований), свойства естественных рецепторов и транспортных систем, а также объясняют, почему эта область так важна. Книга иллюстрирована цветными рисунками.

**Под редакцией
Джона Брокмана**
Будущее науки в XXI веке.
Следующие пятьдесят лет
М., Издательство АСТ, 2011



За последние пятьдесят лет наука совершила настоящий прорыв. Освоение космоса и клонирование, Интернет, нанотехнологии и открытие планет за пределами Солнечной системы стали для нас реальностью. Какие новые научные прорывы ожидают нас в ближайшее время? На этот вопрос в простой и увлекательной форме отвечают знаменитые физики и генетики, математики и кибернетики, биологи и психологи, а также специалисты по проблемам искусственного интеллекта.

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



Как становятся химиками



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Святослав Логинов

Есть в русском языке два слова, омонимы, звучащие одинаково, но совершенно разные по смыслу. Они даже не одно-коренные. Одно пришло из северных языков, финского или карельского, пришло давно, веке, вероятно, в пятнадцатом, а возможно, и раньше. Второе помоложе, впервые оно прозвучало по-русски в царствование Петра Первого. Слова эти — «химия».

Я был ещё совсем маленький, когда в ответ на желание халывы бабушка напевала мне древнюю дразнилку:

Лежит Слава на печи,
Чешет зад о кирпичи.
Химия, химия,
Идёт туча синяя!

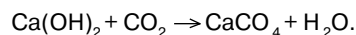
Впоследствии довелось мне слышать множество вариантов этой дразнилки, по большей части совершенно непристойных, но общее в них было одно: химия, что там упоминается, не имеет никакого отношения к науке, которую я изучал в старших классах, а затем и в университете.

Название науки химии явилось из польского языка. Поэтому оно так и звучит, а не «кемия» или «шемия», как было бы, явись оно из английского или французского. Дальнейшее происхождение этого слова сомнительно. То ли от самоназвания Древнего Египта (Та-Кемт) — именно там, в городе Александрии, химия зародилась как самостоятельная отрасль знаний, то ли от древнегреческого слова, означавшего глагол «лить». Литейное дело имеет к химии самое прямое отношение, так что и эту возможность не следует сбрасывать со счетов. Как бы то ни было, в этом значении слово «химия» вполне респектабельно. Но есть и другое значение.

С древних времён лучшими колдунами на Руси считались пришельцы из чуждских земель. Сохранилось это суеверие и до наших дней: у кого в роду есть финны, вепсы или карелы, тот по умолчанию считается колдуном. Достаточно вспомнить, что пушкинская Наина, как и её неудачливый жених, были финнами. А Иван Грозный, несмотря на всю свою религиозность, держал при дворе чуждских гадалыщиков. В результате вполне закономерно, из финского «хиимат» (чары, колдовство) — возникло слово «химичить» с первоначальным значением — гадать, колдовать, а затем — лгать, мошенничать, красть. И «химия», на которую попадает осуждённый за мошенничество, родом не из Африки, а из северных краёв, недаром в большинстве случаев осужденного отправляют на север.

Вот только путаница в умах по поводу двух этих химий царит изрядная. И немалое количество будущих химиков начинали свою карьеру с того, что принимались химичить. Ваш покорный слуга в этом отношении исключением не был.

Заглядываю в сохранившийся школьный дневник и вижу, что в седьмом классе по химии у меня была тройка. А вот и тетрадка с парой за контрольную работу, и там замечательная в своём роде ошибка:



А рядом приписка — результат мучительных попыток уравнивать этого монстра: «Недостающий кислород берётся из воздуха».

Сейчас, отработавши несколько лет учителем химии, я понимаю, что Галина Августовна — мой педагог, была неправа. Такая ошибка стоит иных правильных ответов; она показывает, что ученик понимает, что перед ним не сферический конь в вакууме, а реакция, которая идёт в реальных условиях, в присутствии воздуха, воды и всего остального, что может прилечь к близости. Хватать надо было за эту ошибку и вытаскивать человека в отличники.

Однако в отличники мне пришлось выбиваться самому и довольно криминальным образом.

В восьмом классе у меня появился новый сосед по парте. Звали его Владькой, а фамилию я, уж простите, называть не буду. Это был лучший друг моего старшего брата. Несколько лет Саша тащил Владьку по всем предметам, но в восьмом классе всё-таки обронил, и Владька достался мне в наследство. Владька по-хозяйски сдвинул всех двоечников и хулиганов, и мы заняли привилегированное место на «камчатке». А на первой же лабораторной работе Владька стащил у Галины Августовны полный набор реактивов и посуды, выставленный на стол: бутылку с раствором едкого натра, вторую бутылку с медным купоросом, пробирку с пробиркодержателем и спиртовку, полную спирта. Стащил просто так, из любви к искусству, а поскольку реактивы были ему не нужны, то всё похищенное богатство досталось мне.

Как видим, химия для меня началась в своём первом, уголовно наказуемом значении.

Свалившиеся сокровища надо было как-то использовать. Дома я повторил лабораторную работу: получил гидроксид меди и разложил его при нагревании. А потом брат Саша, который по химии имел свою законную пятёрку, хотя ему на эту науку было наплевать (он учился в физико-математической школе и собирался на физфак), сказал, что нашатырный спирт — это тоже щёлочь. И я взялся проверять сведения, полученные из девятого класса.

Когда я начал добавлять купленный в аптеке раствор нашатырного спирта к медному купоросу, в первое мгновение в пробирке появился знакомый осадок, но стоило встряхнуть пробирку, как всё растворилось, а раствор приобрёл насыщенный сине-фиолетовый цвет. Это было похоже на чудо, но я-то знал, что это лучше, чем чудо. Это открытие!

Я схватил учебник химии и внимательно прочёл его от корки до корки. Ни слова об удивительном растворении гидроксида меди. Взял Сашкин учебник для девятого класса, прочёл и его — ни слова! Тогда я взялся за изучение таинственного феномена сам. Осадил гидроксид меди едким натром, отфильтровал на промокашку и обработал едким аммонием. Осадок немедленно растворился. Значит, это не случайность, не чудо, а действительно открытие.

Как раз в ту пору мой одноклассник Андрей Копытов, увлекавшийся радиоделом, раздобыл где-то для травления плат килограммовую банку хлорного железа. Разумеется, не похвастаться приобретением он не мог, и немного хлорного

железа в аптечном пузырьке было принесено в школу. Когда я спросил, не может ли он поделиться реактивом, Андрей очень удивился. Вроде бы я ничего не паял, приёмников не делал — зачем мне реагент для травления плат?

Пришлось объяснять, в чём дело. Андрей заинтересовался, мы пришли ко мне домой и принялись... нет, не химичить, а ставить химические опыты. Оказалось, что гидроксид железа одинаково осаждается как едким натром, так и аммиаком. И в отличие от гидроксида меди он не растворяется даже в очень большом количестве нашатырного спирта.

Дом пропах аммиаком, на столе выстроились майонезные банки с подозрительными растворами. Разумеется, родители не могли пройти мимо этого факта.

Ночью, лёжа в постели, я подслушивал, как в соседней комнате спорят папа с мамой.

— Выжжет глаза! — твердила мама.

— Ничего с ним не будет! — возражал отец. — А так хоть чем-то занялся. Ведь пятнадцать лет на носу, а он только и знает, что в потолок плевать!

Я понимал, что речь идёт о реактивах, лежащих под кроватью, в деревянном ящике, где прежде хранились игрушки. Но я не знал, как замечательно окончится родительский спор.

Через пару дней был мой день рождения, пятнадцать лет, и вместо обычных в таком случае подарков мне была вручена банка, где под слоем масла лежал кусок металлического натрия, полулитровая бутылка концентрированной соляной кислоты, а главное — толстый том «Общей химии» Глинки для медицинских вузов!

Ставить опыты с натрием и кислотой я обещал только в присутствии отца (ага, конечно!), поэтому последующие две или три недели были посвящены чтению «Общей химии». Ничего более увлекательного мне с тех пор не попадалось. Оказывается, химия — это вовсе не куча слабосвязанных сведений, которые требуется зубрить, чтобы суметь ответить у доски, а вполне себе нормальная наука, в которой достаточно один раз понять, чтобы потом безо всякой зубрёжки уметь ответить на любой вопрос.

Через две недели никаких тайн в школьной программе химии для меня не было. Первым это понял Владька, которому я решал все контрольные и самостоятельные. Затем это же узнали и остальные двоечники нашего класса. Последней догадалась Галина Августовна.

Галина Августовна была строгим учителем и не терпела, если кто-то пытался списывать во время проверочных и контрольных работ. Для того она прибегала к самому простому, хотя и трудоёмкому способу. Каждая работа предлагалась в восьми вариантах, так что с любой стороны от гибнущего двоечника сидели одноклассники, списывать у которых было нечего. Впоследствии, став учителем, я усовершенствовал этот метод и начал для каждой работы делать по 36 вариантов, так что во всём классе не было ни одной повторяющейся работы. Во всяком случае, это проще, чем бегать по классу и кричать: «Иванов, что ты делаешь в тетради у Петрова?»

Теперь я, сидя на камчатском месте, спокойно решал свой вариант, а Владька сортировал присылаемые нам записки. Затем я делал вариант Владькин, а Владька копировал решения моего варианта и пускал его по рядам. Остаток урока я уже не решал задачи, а только писал уравнения реакций, причём на каждое уходило всего несколько секунд.

Тем не менее, ни за одну работу получить больше четвёрки мне не удавалось. Оценка снижалась за малейшую пометку, а если учесть, что писали мы вставочками, которые приходилось ежеминутно макать в чернильницу-непроливайку, а по чистописанию в четвёртом классе у меня была сиротская тройка, то пометок в тетради оказывалось более чем достаточно.

В конце концов мне стало обидно, и я подошёл к Галине Августовне с вопросом:

— За что мне снижена оценка?

— Ты списал, — ответила Галина Августовна. — И будь уверен, в следующий раз я тебя поймаю.

В следующий раз была четвертная контрольная работа.

Меня отсадили за длинный лабораторный стол, лицом к классу, так что ни о каких записках и подсказках не могло быть и речи. Через десять минут я объявил, что работа сделана. Галина Августовна мгновенно проверила её и выдала мне следующий вариант, с которым я справился так же быстро. Третий вариант я делал под пристальным взглядом учительницы, которая уже не обращала внимания на весь остальной класс. Четвёртый вариант я закончил, когда до звонка оставалось ещё пара минут.

Тогда на меня обрушилось спецзадание:

— Напиши уравнение реакции индия с азотной кислотой.

Уж этого точно не было, да и сейчас нет ни в какой школьной программе!

— Кислота концентрированная или разбавленная? — спросил я.

Впервые Галина Августовна посмотрела на меня с интересом:

— Разбавленная.

Я принялся писать:



Уравнять реакцию за оставшееся время я не сумел. Уравнение электронного баланса пришлось составлять на уроке истории и приносить Галине Августовне на следующей перемене.

Больше мне не приходилось доказывать свои знания химии. Более того, я был допущен в святая святых: в лаборантскую, где мне дозволялось готовить растворы для будущих лабораторных и мыть посуду (вот уж этого удовольствия мне хватало и дома, но с каким восторгом я мыл колбочки и пробирки!).

Одновременно прекратились грабительские налёты на кладовку, находившуюся напротив кабинета химии. Реактивов там не было, но зато была посуда: пробирки, стаканчики, колбы... Налёты эти мы устраивали вдвоём с Владькой. Один стоял на шухере, второй согнутым гвоздиком вскрывал контрольный замочек, висевший на двери, быстро хватал что-нибудь с верхней или нижней полки, где пропажа была не так заметна, и вешал замок на место. После того как мне позволили в одиночку находиться в лаборантской, кладовка была оставлена в покое. Мы дружно сочли, что нельзя обманывать доверие.

Но главным были, конечно, химические опыты, которые мы с Андреем Копытовым проводили дома. Реактивов к тому времени у нас набралось изрядно: мы открыли для себя аптеки, где можно купить фенолфталеин и марганцовку, фотомагазин с тиосульфатом натрия, магазины хозяйственные с полным набором соли, по аммонийную включительно, медный купорос и много чего ещё. Не был забыт и магазин «Химреактивы», что располагался на Садовой улице неподалёку от Невского. К несчастью, большинство продававшихся там веществ было нам просто не по карману. Но двухлитровую бутылку концентрированной серной кислоты мы там купили и привезли домой на пятом трамвае. Всё-таки патриархальные были времена! Двое пацанов, едущие на трамвае с бутылкой серной кислоты в авоське... Зато как мы обугливали этой кислотой сахар, как прожигали дыры в бумаге, как готовили «волшебную палочку» в крошечных фарфоровых тигельках! (Об этом простеньком опыте ещё будет рассказано в следующем номере).

Первые эксперименты были вполне безобидны. Меднили гвозди в растворе медного купороса: так просто и гальваническим способом. Растворяли канцелярские кнопки в растворе хлорного железа: при пропускании через раствор воздуха (дули через трубочку!) хлорид двухвалентного железа окислялся до трёхвалентного, а кнопки стремительно превра-

щались в толстый слой ржавчины. Вот он где припомнился, «недостающий кислород», берущийся из воздуха! Потом наступил черёд опытов опасных, и в воздухе ощутимо запахло смешением двух химических понятий: научного и уголовно наказуемого.

Квартиры, что у меня, что у Андрея, были коммунальные, но у Андрея жильцов оказалось поменьше, к тому же днём все уходила на работу, в то время как в нашей квартире жила Елена Тарасовна — старорежимная дама, некогда учившаяся в гимназии и, безусловно, не одобрявшая всякую химию. Зато Андрею не позволяли держать дома реактивы. Поэтому мы после школы бежали ко мне за реактивами, а затем к Андрею, где могли бесконтрольно проводить самые рискованные эксперименты.

Опыт первый: действие серной кислоты на тиосульфат натрия. Конечные продукты: сульфат натрия, сера и сернистый газ. Серу мы благополучно отфильтровывали, а потом жгли пропитанные серой промокашки в школе. Результат был прекрасный, вплоть до срыва нелюбимых уроков. Сульфат натрия пытались перекристаллизовать и вырастить кристаллы мирабилита. Ничего толкового из этого не вышло, видимо, в растворе оставался избыток серной кислоты. Но главная прелесть оказалась в сернистом газе. Его мы старательно пробублькивали через воду, намереваясь получить сернистую кислоту. И получили, поскольку вода имела ощутимо кислую реакцию. Однако большая часть сернистого газа благополучно рассеивалась по кухне, и открытая форточка заменить принудительную вентиляцию не могла. От гибели нас спасали смоченные раствором бикарбоната натрия пионерские галстуки, повязанные наподобие масок. Замечательно, что после окончания эксперимента галстуки из алых стали снежно-белыми. Впрочем, в восьмом классе даже те, кого не приняли в комсомол, галстуков не носили. И ещё момент, характеризующий концентрацию сернистого газа на кухне... Немного полученной сернистой кислоты мы налили на блюдце, и, когда вышли с ним в коридор, на дне блюдечка немедленно образовались пузырьки сернистого газа, который прекрасно существовал в растворённом виде, пока мы находились в загазованной кухне.

К тому моменту, когда взрослые вернулись с работы, на кухне царил идеальный порядок, если не считать, что вся железная посуда неожиданно за один день заржавела. Впрочем, о причинах странного явления никто не догадался, и мы с Андреем приступили к новому эксперименту: получению едкого натра электролизом раствора поваренной соли.

Выпрямитель Андрею подарил отец, одобрявший увлечение сына электротехникой. Это был старинный агрегат, он состоял из десятка стальных дисков, покрытых слоем селена. Когда в результате наших издевательств машина эта окончательно вышла из строя, мы соскоблили селен с дисков и даже запланировали с ним несколько опытов, до которых, по счастью, руки у нас не дошли. А пока из старой электрической батарейки мы извлекли графитовые стержни, приспособив их в качестве электродов, приготовили в стеклянной салатнице крепкий раствор поваренной соли и включили выпрямитель.

Электролиз пошёл просто замечательно. Между пластинами выпрямителя то и дело проскакивали искры, пробки вылетали каждые две минуты, пока мы не заменили их невыбываемыми жучками. Раствор грозил закипеть, электроды, которые в теории не должны были изменяться, катастрофически быстро рассыпались в угольный порошок. Но уже через пару минут фенолфталеин показывал, что раствор приобрёл щелочную реакцию. И уже можно было ожидать, что мы наладим производство едкого натра, которого нам так не хватало.

Всё было бы хорошо, если бы не выделяющиеся газы. Немного водорода мы собрали в перевёрнутую пробирочку, подожгли и удостоверились, что это действительно водород. А вот хлор заявил о себе сам.



Теперь я понимаю, что не мешало бы, прежде чем включать рубильник, решить простенькую задачку из школьной программы: сколько литров газообразного хлора выделится при электролизе раствора, содержащего шестьдесят граммов поваренной соли? Боюсь, впрочем, что, даже решив задачу, мы не остановились бы в своём начинании.

Не слишком надеясь на защитное действие пионерских галстуков, выделяющийся хлор мы стали собирать в перевёрнутую молочную бутылку (молоко тогда продавалось в литровых стеклянных бутылках). Когда весь раствор из бутылки вытеснялся газом, мы останавливали процесс, выходили из квартиры и выливали хлор в лестничный пролёт. Именно выливали: жёлто-зелёные струйки тяжёлого газа медленно стекали вниз, почти не смешиваясь с окружающим воздухом.

Так продолжалось до той минуты, когда, выливая на лестницу пятый литр хлора, я не услышал снизу перемежаемый кашлем и чудовищным матом вопль: «Какой... трам-тарарам!.. тут вонищу развёл?!»

Только тогда мы сообразили, что хлор представляет собой боевое отравляющее вещество, концентрация хлора на первом этаже, видимо, приближается к смертельной и мы, по сути дела, повторяем сражение при Ипре.

Военными преступниками становиться не хотелось, поэтому Андрей спешно принялся разбирать электролизную установку, а я прорвался сквозь отравленную зону, распахнул дверь парадной и припёр её обломком кирпича, чтобы ядовитый газ поскорей улетучился.

После этого самые опасные опыты мы начали проводить на свежем воздухе: на берегу Финского залива или на Смоленском кладбище.

По счастью, ни меня, ни Андрея не привлекали взрывы. Конечно, мы баловались с йодистым азотом, знали о свойствах краски-серебрянки, но ни разу не мелькала у нас мысль устроить что-либо громче обычного щелчка. Даже когда у меня появилась концентрированная азотная кислота, я не стремился получить нитроглицерин, хотя и знал уже, о чём именно умолчал Жюль Верн, описывая получение нитроглицерина в «Таинственном острове». Потому, должно быть, и живу я целым, не потеряв за шестьдесят лет ничего, кроме нескольких зубов.

В этот период наши интересы сосредоточились на составлении дымовых смесей. Основа всегда была одна: натриевая селитра, смешанная с сахаром в равной пропорции. Если поджечь эту смесь, она начинала практически без пламени гореть, медленно и тяжело закипая, словно манная каша, и извергать клубы дыма. Далее начинались изыски. Мы быстро обнаружили, что добавки серы на свойства дыма практически не влияют, а вот пять пачек парацетамола на килограммовую банку смеси придают дыму редкостную вонючесть. До сих пор не знаю, почему это происходит.

Особенно замечателен оказался эффект от добавления бикарбоната натрия. Горящая смесь принималась бурлить и подниматься как на дрожжах. Используя этот эффект, мы придумали замечательную игрушку — действующую модель вулкана. Думаю, не будет слишком опасно привести здесь точный рецепт зелья. Полкило натриевой селитры смешать



с полукилограммом сахарного песка и пятьюдесятью граммами чайной соды. Упихать всё это в жестяную банку из-под зелёного горошка (горошек и сейчас продаётся в таких банках). Вот и всё, очаг магмы готов. Надеюсь, все понимают, почему в качестве сосуда следует брать жесть, а не стекло или керамику.

Со снаряженной бомбой в руках мы отправлялись на берег Финского залива. Мы — это Владька, Андрей и я. Владик, которому были неинтересны обычные опыты, при поджигании дымовух присутствовал непременно.

Там, где теперь располагается выставочный комплекс, в конце шестидесятых был пляж. Купаться в Маркизовой луже уже в ту пору остро не рекомендовалось, но загорать можно было сколько угодно. Причалы пассажирского порта уже выстроили, хотя гостиницы, которая стоит рядом, в ту пору и следа не было. Именно там, подальше от гуляющих, мы и поджигали нашу дымовуху. Рыли в песке яму глубиной около полуметра, сгребая отовсюду сухой песок. Устанавливали на дно банку, поджигали смесь сахара с селитрой, а когда это дело разгоралось как следует, быстро заваливали песком и нагребали сверху холмик, высотой сантиметров сорок. С минуту ничего не происходило, и за это время на склонах нашего вулкана можно было насадить леса из сухих веточек и построить город из пустых спичечных коробков. Затем вершина вулкана начинала куриться дымом, крупные песчинки, словно вулканические бомбы, разлетались в разные стороны, потом рывком на самой вершине вулкана открывался кратер, и оттуда со зловещим гудением вырывалась струя дыма. Название Эйяфьятлайокудль в ту пору ничего нам не говорило, но это был именно Эйяфьятлайокудль, собственной персоной. Дым тянулся на сотни метров и был таким густым, что не только самолёты сквозь него летать не могли, но и пешеход не вдруг пробрался бы. Особенно если в смесь потолкли большое количество таблеток от головной боли.

А через полминуты после образования кратера на вершине вулкана показывалась текущая лава. Бикарбонат натрия, разлагаясь, заставлял подниматься раскалённую смесь, словно безопасное тесто. Потоки лавы текли по песчаному склону, на их пути вспыхивали искры и микроскопические пожары, загорались и падали веточки-деревья, рушились спичечные домики. Мизерная катастрофа являлась во всех подробностях.

В тот раз дымовуха была изготовлена по всем правилам: с содой и особо вонючая. И едва первые клубы непроницаемого дыма вырвались на волю, как на причалах, куда медленно отползал дым, появились четыре пожарные машины. В первую секунду мы с перепугу решили, что кто-то, увидав дым, вызвал пожарных. Хотя когда он мог успеть это и как пожарные расчёты умудрились доехать в Гавань с середины Васильевского острова? На это, как ни мчись, уйдёт минут пять. Значит, пожарные приехали по каким-то своим делам и не вовремя попали под дымовую атаку.

Первым побуждением было — бежать. Поймают, надают по шее, а то и в милицию сдадут. Но тут же мы поняли, что пожарным не до нас. Матерясь и кашляя, они суетились вокруг своих машин, едва ли не на ощупь, делая что-то невидимое

нам, а потом из клубов дыма в сторону залива одна за другой ударили четыре струи воды.

Только тогда мы поняли, что происходит. У борцов с огнём проходили соревнования, и, видимо, расчёты решили, что начальство устроило им учения в условиях, максимально приближенных к боевым. Во всяком случае, ловить нас никто не пытался, и мы досмотрели представление до конца.

Закончились эти игры, как и следовало ожидать, печально.

Летом нас с братом отправляли на дачу, в садоводство. И там мы научили делать дымовуху соседских мальчишек. В ту пору я ещё не знал, что бывает, если секреты химического производства попадают в руки не соображающих бездельников. Человек, хотя бы раскрывший журнал, чтобы прочесть статью, содержащую опасный рецепт, уже не станет бездумно поджигать что ни попадя. А тут секретик принесли на блюдечке с голубой каёмочкой; так что ж им не воспользоваться? Вот уж селитры в садоводстве было не занимать, да и сахара родители немало запасли для варки варенья. Умные дети наготовили чудовищное количество горючей смеси, упихали всё в полуведёрную железную банку из-под краски, каких немало валялось на помойке, и подпалили. А когда огонь раскочегарился как следует, принялись играть в футбол — на ощупь пинать банку ногами. В конце концов они сослепу запинали банку в канаву с водой.

Дымовая смесь горит на собственном кислороде и просто так погаснуть не может. Дым бил из банки мощной струёй, поэтому воды внутрь попадало совсем немного — недостаточно, чтобы погасить огонь, но вполне довольно, чтобы превратить банку в перегретый котёл. Оказавшись в воде, банка завывала, парни кинулись бежать, но в этот момент последовал взрыв. Шматок кипящей селитры догнал одного из игроков, прилип к затылку и скворчал там до тех пор, пока весь сахар не выгорел.

Больше я не делился с неподготовленными людьми секретами взрывчатых веществ, горючих смесей и иного оружия массового поражения. Не стану делать этого и здесь. Надеюсь, читатель поверит мне на слово, что сконструированный огнемёт на водородном топливе работал у меня отлично, в то время как у Серёжи К. (так звали парня, которого поджарило селитрой) агрегат наверняка бы взорвался. И дело тут не в каких-то особых моих качествах, руки у меня всегда были корявыми, просто я понимал, что делаю, а он воротил не думая.

Кстати, предлагаю химикам, читающим эту статью, на досуге поразмышлять, как современный школьник в полевых условиях, то есть без применения электричества, может наладить из доступных веществ получение водорода с выходом несколько литров в минуту? Никаких кислот я тоже не употреблял.

Окончание следует

Почему гелий меняет голос?

Дочь спросила у меня, почему гелий, если его вдохнуть из воздушного шарика, меняет голос — делает его писклявым, похожим на мультяшный. В Интернете пишут, что гелий заставляет голосовые связки сжиматься и поэтому голос меняется. Но что-то я сомневаюсь. Как мне правильно ответить? И не опасны ли такие забавы?

М.Потапова, Тула

Гелий действительно изменяет голос, делая его писклявым. Но голосовые связки здесь ни при чем. Все дело в среде, в которую голосовые связки посылают колебания. Ведь звук — это механические колебания воздуха, если мы говорим о голосе. Скорость его распространения в газе зависит от упругих свойств этой среды, плотности и обратно пропорциональна молекулярной массе. При вдыхании гелия ротовая полость заполняется легким газом, плотность которого почти в семь раз меньше плотности воздуха. В такой среде звуковые колебания распространяются с большей скоростью. (Для сравнения, скорость звука в воздухе — 331 м/с, в гелии — 965 м/с, в водороде — 1284 м/с). Однако размер полости рта (резонатор) остается неизменным. В результате при увеличении скорости звука его резонансная частота тоже растёт и голос звучит намного тоньше, то есть мы наблюдаем «эффект повышенной тональности голоса», как скажут специалисты. Стоит сделать несколько глубоких вдохов-выдохов, чтобы избавиться от гелия, и звучание голоса тут же восстанавливается.

Можно добиться и обратного эффекта — понижения тональности голоса, если вдохнуть тяжелый бесцветный газ гексафторид серы SF_6 . В среде гексафторида серы скорость звука уменьшается,

резонансная частота падает, и голос звучит ниже.

Забавы эти, скажем так, дурацкие. Разумеется, однократное вдыхание гелия вреда не принесет — газ инертный и не ядовитый, в отличие, например, от угарного газа, о котором подробно рассказано в этом номере, а гексафторида серы, к счастью, у юмористов нет под рукой. И тем не менее специалисты не устают предупреждать об опасности таких развлечений. Гелий вытесняет кислород из легких, в результате может случиться потеря сознания, удушье и даже скоропостижная смерть. Причем удушье происходит без всяких предупреждающих симптомов, поскольку гелий не вызывает дыхательного рефлекса. Человека, потерявшего сознание, надо вынести на свежий воздух, вызвать «скорую помощь» и сделать искусственное дыхание. Нашему организму нужен воздух, и только воздух — так природа устроила. И за каждую попытку ей перечить мы будем наказаны.

Круги под глазами

Как действуют кремы для удаления темных кругов под глазами? Они просто маскируют этот дефект или действительно осветляют участки кожи?

В.Зинченко, Киев

Косметика умеет делать и то, и другое, хотя она и не всесильна. С какими-то причинами дефектов она может справиться, а с какими-то — нет.

Если круги под глазами связаны с повышенным образованием меланина в этой части лица, то есть изменением пигментации, в этом случае уместны кремы, содержащие аскорбилпальмитат — соединение аскорбиновой и пальмитиновой кислот. В отличие от аскорбиновой кислоты он легко проникает в кожу и быстро включается в клеточные реакции. Поэтому если в составе косме-

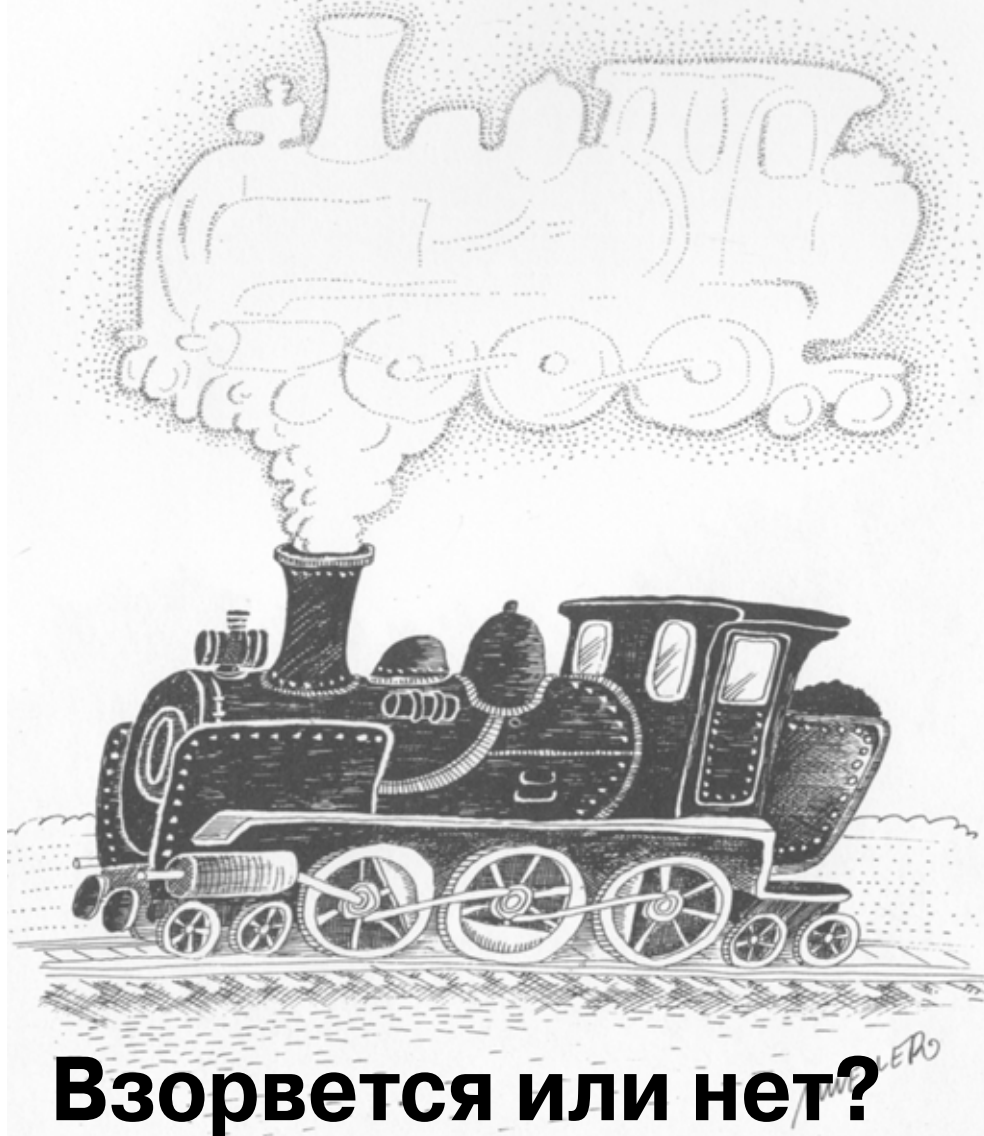
тического крема есть слова *ascorbic acid*, но не упоминается *ascorbyl palmitate* или другие эфиры аскорбиновой кислоты, то этот крем не осветлит пигментные пятна. Кстати, аскорбилпальмитат используют и как пищевую добавку под номером E304. Есть и другие средства, останавливающие синтез меланина: ретинол (витамин А), экстракт толочнянки, экстракт арники, экстракт конского каштана, фруктовые кислоты (α -гидроокисилы, английская аббревиатура которых АНА — *Alpha-HydroxyAcids*).

Если эти средства не помогают, то возможная причина темных кругов — застой крови и просвечивание сосудов через истонченную кожу, такое происходит обычно после 40 лет. В этом случае нужны составы, улучшающие микроциркуляцию крови. Как правило, это кремы с кофеином. Если такого крема нет под рукой, то можно использовать мокрые пакетики с зеленым чаем (в чае больше кофеина, чем в кофе, а в зеленом чае кофеина больше, чем в черном, о чем неоднократно сообщал журнал «Химия и жизнь»). Можно прикладывать кругляшки свежих огурцов — они содержат витамин К, который хорошо восстанавливает микроциркуляцию крови. Для этих же целей подходят средства, содержащие флавоноиды (витамин Р), особенно гликолизированный гесперидин. Он настолько активен, что его вводят в состав кремов, препятствующих варикозному расширению вен: он уменьшает растяжимость вен, повышает их тонус, улучшая тем самым лимфоотток и уменьшая отеки. Таким образом, кремы от темных кругов с кофеином, витаминами К и Р должны улучшить циркуляцию крови на этих участках лица.

Если же темные круги под глазами вызваны тем, что вы спите меньше восьми часов, курите и у вас есть дисфункция почек, то перечисленные средства не помогут. В этом случае придется прибегать к маскировке — тональным кремам, содержащим оксиды железа (CI 77499 — темно-коричневый пигмент, CI 77491 — красно-коричневый пигмент) и диоксид титана (CI77891 — кроющий пигмент).

Короче говоря, внимательно изучайте состав крема на упаковке. Согласно российскому законодательству, его указывают по INCI — международной номенклатуре косметических ингредиентов. Расшифровку компонентов удобно посмотреть на сайте www.ctfa-buyersguide.org. Пигменты по INCI указываются по индексам цветности (*color index* — CI). Не зная INCI, а также химии, легко стать жертвой косметических корпораций, эксплуатирующих ваше чувство неуверенности в себе.

Л.Викторова, С.Орлова



Взорвется или нет?

Химикам нередко приходится проводить реакции при повышенных давлениях. Если вещества требуется много (препаративный синтез) или давление очень высоко, используют стальные автоклавы. Такой автоклав используют, например, для проведения реакций гидрирования; он может выдержать давление до 350 атм при температуре 350°C. Однако для исследовательских целей, когда в реакцию вводят 1—2 грамма вещества или даже меньше, реакцию часто проводят в запаянных стеклянных ампулах.

В прошлом такие эксперименты были не редкостью. Ученик В.В.Марковникова Михаил Иванович Коновалов (1858—1906) в своей докторской диссертации описал открытый им в 1888 году способ оживления, по его словам, «химических мертвецов» — алканов путем их нитрования разбавленной (7—13%) азотной кислотой при нагревании под давлением в запаянных ампулах при температуре 120—140°C. В ампулах шла реакция $RH + HNO_3 = RNO_2 + H_2O$. (М.И.Коновалова не следует путать с

его более известным однофамильцем Дмитрием Петровичем Коноваловым, который открыл носящие его имя законы, устанавливающие состав газовой и жидкой фазы растворов в зависимости от давления, а также температуры кипения двойных жидких систем.)

Значительно более рискованные опыты провел ранее Николай Николаевич Бекетов (1827—1911). В 1865 году в Харькове была издана его диссертация «Исследование над явлениями вытеснения одних элементов другими». В ней он, в частности, изложил результаты своих экспериментов по вытеснению металлов водородом из растворов солей. В ходе опытов Бекетов впервые в истории химии применил давления, превышающие 100 атмосфер. Опыты он проводил в запаянных стеклянных трубках с несколькими изгибами (коленами). В одно колено он помещал раствор соли, в другое — кислоту, а в конец трубки — металлический цинк. Наклоняя трубку, Бекетов заставлял цинк падать в кислоту, взятую в избытке. Зная массу растворившегося цинка и

объем трубки, можно было оценить достигаемое давление водорода. В некоторых опытах Бекетов уточнил давление по степени сжатия воздуха жидкостью в тонком капилляре, припаянном к трубке. Вскрытие трубки всегда сопровождалось взрывом. В одном из опытов, когда давление достигло 110 атм, взрыв при вскрытии трубки в воде под цилиндром вдорезки разбил толстостенный цилиндр, объем которого в тысячу раз превышал объем трубки с реагентами.

В современных химических руководствах уделяется особое внимание технике безопасности при проведении реакций под давлением. Так, в книге «Органикум. Практикум по органической химии» (М.: Мир, 1979) на с. 35 тома 1 читаем: «Для опытов с небольшими количествами веществ при невысоких избыточных давлениях используют запаянные трубки. Запаянные толстостенные трубки из иенского стекла можно использовать при давлении 20—30 атм и температуре не выше 400°C». Йенское стекло — это группа стекол с бором (следствия: низкие коэффициент теплового расширения и дрейф размеров, стойкость к термоудару, низкая дисперсия) и цинком (следствие — химическая стойкость), названы по «заводу-изготовителю» — фирме «Карл Цейсс Йена». Особо подчеркивается, что до вскрытия запаянной ампулы ее нельзя извлекать из защитной рубашки. Перед работой необходимо выяснить по справочным данным упругости паров применяемых растворителей и учитывать эти значения наряду с соответствующими упругостями образующихся газов, оценивая давление внутри ампулы во время реакции.

Более подробную информацию можно найти в «Руководстве по неорганическому синтезу» под редакцией Г.Брауэра (М.: Мир, 1985, т. 1, с. 124—125): «Если необходимо работать со сжиженными газами под избыточным давлением, до 15 бар пользуются небольшими стеклянными автоклавами, до давления около 60 бар — ампулами. Работу при более высоких давлениях следует вести в металлических автоклавах. Ампулы (запаяемые трубки) изготавливают из приборного стекла и из особо ударопрочного стекла. В особых случаях для изготовления ампул используют кварцевое стекло. Прочность ампул зависит от их диаметра, толщины стенок и от температуры. При толщине трубок 1—3 мм и при температурах по крайней мере на 50°C ниже температуры рекристаллизации для данного сорта стекла максимальное давление в ампуле (в барах) можно приблизительно рассчитать по формуле $p = c(r_H^2 - r_B^2) / (r_H^2 + r_B^2)$, где r_H^2 и r_B^2 — наружный и внутренний

диаметр трубки, см; c — постоянная для данного материала, равная для кварца максимально 500, для боросиликатного стекла с низким КТР (стекло «дюран») — 400, для других стекол — 300. Поскольку прочность ампулы при прочих равных условиях сильно зависит от качества выполнения стеклодувных работ, то для того, чтобы надежно предотвратить разрушение ампулы, следует при расчете постоянную u умножить на коэффициент, который колеблется от 0,5 до 0,2. Так, в книге Shriver D.F. «Manipulation of air-sensitive compounds» (New York, 1969) рекомендуется брать для расчета значение u , равное 68». Далее говорится, что при использовании ампул с припаянным тефлоновым вентилям следует учитывать, что вентиль выдерживает давление до 10 бар. Если ожидается, что в ампуле возникнет более высокое давление, следует заранее произвести отпайку вентиля.

Приведенная в руководстве формула позволяет решить многие практические задачи. Пусть, например, в стеклянную вакуумированную ампулу объемом 10 см^3 , изготовленную из трубки с наружным диаметром 12 мм и толщиной стенок 1 мм, сконденсировали при охлаждении жидким азотом 0,3 г хлора, после чего ампулу запаяли, разогрели до комнатной температуры, а затем нагрели до 100°C . Взорвется ли при этом ампула?

Для этой ампулы по приведенной формуле предельное давление равно примерно 12 бар (атм). Определим сначала, в каком виде будет находиться в ампуле хлор при комнатной температуре.

Если в ампуле остается под давлением жидкость, необходимо воспользоваться табличными данными по равновесию «жидкость — пар» или рассчитать такое равновесие (для этого нередко используют эмпирические формулы). Если жидкость полностью испарилась, давление можно оценить по уравнению Клапейрона — Менделеева или, более точно, по уравнению Ван-дер-Ваальса.

Формула для давления паров хлора над жидким хлором: $\lg p(\text{атм}) = -1052/T + 4,43$.

По этой формуле при $T = 293 \text{ K}$ давление над жидким хлором равно 6,9 атм. А если бы весь хлор при 20°C был в газовой фазе, то его давление (по уравнению идеального газа $p = nRT/V$) было бы равно 10,1 атм. Следовательно, при 20°C часть хлора в ампуле находится в жидкой фазе и давление в ней ниже предельно допустимого. Тем не менее при работе с этой ампулой необходимо надевать защитную маску, а еще лучше — работать за защитным экраном.

Таким же образом нетрудно рас-



Габриель Ламе (1795—1870)

считать, что при 100°C (373 K) давление над жидким хлором составляет 40,7 атм, а если весь хлор перейдет в газовую фазу, то давление в ампуле по формуле для идеального газа будет 12,9 атм. Отсюда следует, что при 100°C жидкого хлора в ампуле нет и давление при этой температуре выше предельно допустимого, поэтому ампула может взорваться.

Чем меньше диаметр ампулы и толще ее стенки, тем большее давление она может выдержать. Так, при внешнем диаметре 6 мм и внутреннем 4 мм $p_{\text{пред}} = 27,2$ атм; соответственно при диаметрах 3 и 1 мм $p_{\text{пред}} = 56$ атм.

Во многих справочниках приводятся данные по температуре, при которой то или иное вещество создает в замкнутом пространстве определенное давление. Такие таблицы также можно использовать для оценки давления, создаваемого веществом при данной температуре. Например, для углекислого газа (ниже -57°C CO_2 твердый, выше — жидкий) давление 1 мм. рт. ст. достигается при температуре -134°C , $10-100-760$ мм. рт. ст. при минус $119-100-78^\circ\text{C}$ соответственно, а давления выше атмосферного — $2-5-10-30$ атм при минус $69-57-35-5^\circ\text{C}$ соответственно.

Приведенную в руководстве Брауэра формула носит название формулы Ламе (иногда ее неверно называют формулой Лейма или Лэйма, считая, что Ламе — английская фамилия). На самом деле эту формулу вывел французский математик, физик и инженер Габриель Ламе (1795—1870). Он записал ее в виде $p_{\text{пред}} = S(1 - K^2)/(1 + K^2)$, где K — отношение внутреннего диаметра ампулы к внешнему. Основные труды Ламе относятся к математической физике и



РАССЛЕДОВАНИЕ

теории упругости. Ламе разработал общую теорию криволинейных координат, ввел так называемые коэффициенты Ламе и специальный класс функций (функции Ламе).

С научной биографией Ламе можно ознакомиться в книге М.М.Ворониной «Габриэль Ламе, 1795—1870: Французский ученый — математик, механик, инженер» (Л.: Наука, 1987).

Вскоре после окончания политехнической школы Ламе в 1820 году был приглашен в Россию, в Институт корпуса инженеров путей сообщения в Петербурге, где преподавал в ранге профессора (одновременно с ним был приглашен не менее знаменитый Бенуа Поль Эмиль Клапейрон). В его обязанности входило также руководство работами по устройству дорог. В связи с этими работами Ламе был направлен в полугодовую командировку в Англию, где познакомился со знаменитым железнодорожным инженером Джорджем Стефенсоном, изобретателем паровоза. Ламе участвовал также в проведении расчетов и проектировании Исаакиевского собора и Александровской колонны. За свои заслуги он был награжден орденами Владимира 4-й степени, орденом Анны 2-й степени и алмазным знаком этого ордена, орденом Станислава 3-й степени, кроме того, ему вручили бриллиантовый перстень. В 1829 году Ламе был избран членом-корреспондентом Петербургской академии наук.

После возвращения в 1832 году на родину Ламе стал профессором физики в Политехнической школе, в которой проработал 30 лет. В 1848–1863 годах он был также профессором Парижского университета, где занимал кафедру теории вероятностей и читал ряд курсов: по математической теории упругости, по теплоте, по теории эллиптических функций. Одновременно он участвовал в строительстве железных дорог из Парижа в Версаль и в Сен-Жермен. Он был членом многих научных обществ, а в 1843 году стал французским академиком — членом Парижской академии наук.

И.А.Леенсон



Хороших врачей будет больше

«Занимательная медицина» — это что-то новенькое. Мы привыкли к занимательной физике или химии. Но вот Издательский Дом Мещерякова в уже знакомой нам серии «Научные развлечения» выпустил книгу Светланы Лавровой с таким названием. Автор — кандидат наук, нейрофизиолог, практикующий врач и при этом еще писатель, автор детских сказок и научно-популярных книг. Диву даешься, как человек может все это успевать! И вот доктор Лаврова решила рассказать юным читателям о своей профессии. Может, и опыты какие-нибудь предлагает? А какие могут быть опыты? Удали себе зуб сам? Но опыты в книге действительно описаны. Разумеется, не имеющие отношения к врачеванию: ни один врач не приветствует самолечение. Просто книга не только и не столько о болезнях и лечении, но и об анатомии, физиологии, генетике — без их знания и лечение невозможно. Не обошлось и без эволюционной теории, исторических сведений и даже сказок и легенд, которые предваряют каждую главу. Оживляют книгу иллюстрации молодой художницы Евгении Курнавиной.

Начинается книга с рассказа о происхождении человека. Можно поспорить, что большинство читателей не знают о так называемой инверсионной теории антропогенеза. Согласно этой теории, человек и обезьяна имели разных предков-лемуров, а дельфины эволюционно ближе к человеку, чем обезьяны. Предки обезьян — это «сухопутные» лемуры, а у человека и дельфина — лемуры, приспособившиеся к жизни на мелководье («полуводные»). Эти обитатели литорали

дали начало семейству дельфинидов, ушедших в море и превратившихся потом в дельфинов, и акродельфинидов, вышедших на сушу и ставших предками человека. Тому приводятся доказательства: тело водных существ безволосое, ноздри не вывернуты, как у обезьян, чтобы вода не набиралась в дыхательные пути, и звуки человек, в отличие от остальных наземных существ, издает на выдохе, а не на вдохе — чтобы воды не наглотаться. Автора книги, по-видимому, не смущает ни отсутствие палеонтологических и молекулярно-генетических доказательств этой эксцентричной идеи, ни то, что профессиональные палеонтологи не воспринимают ее всерьез. Но упомянуть об этом в книге, адресованной школьникам, вероятно, стоило.

Дальше повествование обращается к медицинским проблемам: идет рассказ о различных системах и органах нашего организма и их лечении. И даже взрослый читатель, уже получивший на уроках биологии в школе представление об анатомии и физиологии человека, узнает что-то интересное и необычное. Вот, например, кости. Оказывается, Антонио

Гауди в своей архитектуре, а именно в конструкции арок и сводов, руководствовался структурой кости. Переходя к мускулатуре, выясняем, что для произнесения одного слова требуется задействовать целых 72 мышцы. А желудок? Первая операция на желудке была проведена в 1635 году прусским хирургом Даниелем Швабе. Он разрешил брюшную стенку и желудок одного незадачливого крестьянина, чтобы извлечь нечаянно проглоченный нож. Тут изумляет даже не то, что пациент выжил, а сам факт случайного проглатывания! В прочем, и сегодня в США, как пишет С.Лаврова, ежегодно 100 человек гибнут, поперхнувшись шариковой ручкой. А как вам история про человека, который икал непрерывно 68 лет с частотой 20—25 раз в минуту, продолжая при этом вести совершенно нормальный (если не считать икоты) образ жизни? Из главы про кожу мы узнаем, что Майкл Джексон не от хорошей жизни побелел: он страдал болезнью витилиго, которая проявляется в депигментации участков кожи. Пятнистая окраска для артиста недопустима, вот и пришлось Джексону совсем не безвредным способом искусственно высветлять

Светлана Лаврова
«Занимательная медицина»,
Издательский Дом Мещерякова,
Москва, 2011



темные участки кожи. А мы-то думали, что это просто блажь...

В главе про волосы — интересный исторический факт. У франкских королей существовал обычай не стричь волосы в течение всей жизни. Они заплетали волосы в косички (как персонаж комиксов Астерикс). Стрижка волос считалась для франкского короля позором и лишала права на престол. В V веке два принца из династии Меровингов, наследники Орлеанского королевства, были схвачены братьями их погибшего отца. Добрые дядюшки не стали сразу убивать племянников, а спросили свою мать и их бабушку Клотильду, что она предпочитает — видеть внуков остриженными или мертвыми? И Клотильда, хоть и была христианкой, предпочла смерть внуков «позору острижения». А третий брат, еще совсем малыш, был укрыт в монастыре, впоследствии принял постриг, добровольно отказавшись от претензий на престол, и стал монахом. После смерти его канонизировали как Святого Клода.

Об истории медицины мы тоже узнаем много интересного. Например, трепанация черепа — одна из самых древних хирургических операций, и 7 тысяч лет назад смертность от нее составляла всего 10%. А в 1591 году принцу Филиппу Нассаускому было сделано 27 трепанаций черепа.

Интересно ли вам узнать, какие болезни перенесли различные исторические личности и мифологические персонажи? Пожалуйста! Библейский Голиаф, побежденный Давидом, по некоторым признакам, страдал акромегалией. А больных редкой наследственной болезнью порфирией в давние времена считали вампирами. У Жанны д'Арк, судя по всему, была редкая форма эпилепсии, спровоцированная туберкулезным процессом в височной доле мозга. А Александр Македонский страдал синдромом Брауна, связанным с ограничением подвижности глазного яблока.

Книга Светланы Лавровой дает и кое-какую информацию о братьях наших меньших, если микробов и простейших мы можем считать братьями. Оказывается, «общая масса бактерий, живущих в теле человека, составляет около 2 килограммов». А больше всего хромосом — около 1600 — почему-то у простейшего радиолярии (у человека их, если помните, 46). В другом месте

о тех же существах написано: «Наждачная бумага — это тоже мелкие скелеты вымерших животных под названием лучевики». Тут следовало бы уточнить, что радиолярии и лучевики — разные название одного и того же организма и в данном случае они не «вымершие», а «давно умершие». Что касается наждачной бумаги, то обычно все же ее делают из корунда (оксида алюминия), в то время как скелеты радиолярий состоят из оксида кремния, тоже твердого, но не до такой степени. Из останков лучевиков делают особые сорта более тонкой наждачной бумаги.

Обнаружена в книге, к сожалению, и ошибка посерьезнее. Фраза: «Аминокислоты, из которых составлена цепочка-молекула ДНК, выстроившись в определенном порядке, могут зашифровать все что угодно!» — не нравится не только тем, что нуклеотиды названы аминокислотами, а еще и вот этим «что угодно». О том, что и как зашифровано, вероятно, все же следовало бы рассказать.

Ляп про аминокислоты проскальзывает и в последующем тексте, и его, по идее, должен был заметить научный редактор. Ау, где научный редактор? Нет его. Значит, его функции должен был взять на себя другой редактор, выпускающий, например, или главный, наконец. Вот вам блестящий пример того, что элементарные познания в области естественных наук не вредны и представителям «гуманитарных» профессий. Строение ДНК — это из курса средней школы, причем как из курса биологии, так и из курса химии. Интересно, мы здесь уже имеем дело с плодами профильного обучения?

Замечена еще одна неточность (не поручусь, что других нет, но в рамках моей компетенции — одна). В книге говорится: «Эммануил Нобель, создатель динамита, сделал, в частности,

«безопасный гроб с вентиляцией и сигнализацией», чтобы при внезапном «воскрешении» «покойник», похороненный в таком гробу, имел возможность, дернув за веревочку, подать звуковой или световой сигнал». Изобретателя динамита звали Альфредом Бернхардом, а имя Эммануил носили его отец и племянник. Известно, что Альфред Нобель панически боялся быть похороненным заживо. Изобретал ли он супергроб? Об этом биография «отца бездымного пороха» умалчивает. Отец Альфреда тоже был изобретателем. Может, безопасный гроб изобрел он?

При чтении книги возникает ощущение недосказанности. Одни факты сменяют другие, а тебе интересно разобратся в причинах и следствиях. Вот, например, в Западном Кашмире живет народ хунза, представители которого не болеют раком. Хочется узнать почему. Но поток информации несет тебя дальше. И смущают ошибки. После «инверсионной теории» и ДНК, состоящей из аминокислот, уже не понимаешь, чему из того, что нам сообщает автор, можно доверять, а чему нельзя. Прямо как в игре «Верю — не верю», где ведущий с серьезным лицом рассказывает удивительные истории, а игроки должны угадывать, сказал ли он правду или соврал. Что ж, если понимать, что с нами играют в такую игру, — польза от нее есть. Возможно, истории С.Лавровой заставят юного читателя изумиться и задуматься, а там и появится желание анализировать информацию, отличать вымысел от необыкновенных, но действительно имеющих место быть фактов. Глядишь, одним хорошим врачом через двадцать лет будет больше.





Музей исчезнувшего вкуса

Музей пастилы в Коломне

В.Благутина

Этот год должен быть яблочным. Как нетрудно догадаться, проблема переработки урожая была всегда, а с яблоками, когда их много, справиться действительно непросто. Как же решали эту проблему наши предки? Ведь у них не по пять яблонь на садовом участке было, а иногда и по 50—100 штук! Оказывается, варили пастилу. О том, как это делали, рассказывают в музее «Коломенская пастила», который открылся в Коломне два с половиной года назад. Его другое название — «Музей исчезнувшего вкуса». Причем не только рассказывают, но и дают пробовать — при музее есть маленькое производство, на котором вручную, по старинным рецептам делают 23 вида традиционного русского лакомства. И в самом деле, лакомство, которое когда-то готовили на Руси, совсем не похоже на те белые и розовые брусочки, к которым мы все привыкли.

Лакомство с историей

Кто первым придумал пастилу, теперь определить трудно. Наверное, делали ее когда-то не только в России, и не

только из яблок — ведь это отличный способ сохранить урожай. Точно известно, что уже в XVI веке яблочную пастилу упоминает знаменитый русский сборник назиданий и рецептов «Домострой» в «Указании о всех овощах различных, как их обрабатывать, готовить и хранить». Кто-то утверждает, что делали ее и раньше — чуть ли не с XIV века. Ведь уже тогда были известны коломенские яблочные сады — их даже использовали как географический ориентир, что отражено в летописях. Так или иначе, вкус настоящей пастилы забыли в России после 1917 года, когда закрылись в Коломне и Белёве (Тульская область) последние пастильные фабрики. А потом из домов постепенно исчезли печки, без которых пастилы не приготовить...

Яблонь в Коломне всегда было много. Есть записи, что в XVIII веке жители Коломны устроили вокруг кремля 478 садов. Сейчас с урожаем от двух-трех деревьев не знаем, что делать, а тогда все пускали в дело.

Название «пастила» происходит от глагола «постелить», ее даже сначала писали через букву «о». Яблочное пюре расстилали по противню, ставили его на

ночь в остывающую печь, а наутро пюре превращалось в плотное желе. Делали его сначала без сахара и без добавок. Получалось оно довольно кислым, но не только потому, что не добавляли сахара, а потому, что брали только кислые сорта, в которых много желеобразующего пектина. Полученную вязкую массу разрезали на полоски и досушивали на воздухе — раскладывали на заборах, деревянных брусочках, на крыше, а потом сворачивали в рулетики и так хранили в полотняных мешочках. Это была основа для соусов, пастилу клали в щи, добавляли к горячим блюдам. И детишки, конечно, таскали пожевать.

Паста получалась темная, невзрачная и действительно очень кислая. Сахар в нее начинают добавлять, только когда в начале XVIII века в России появляются первые заводы по переработке сахарного тростника и сахар становится доступным по цене. До этого если и подслащивали, то медом. Однако фантазия кулинаров находила иной выход. На огороде росла разная ягода, поэтому в подслащенное яблочное пюре начали добавлять малину, смородину. Получались сладкие полосочки с ягодным



Первая пастила — высушенное яблочное пюре без добавок (паста яблочная)

Твердые пастилы: яблоки, сахар, малина или другие добавки



вкусом, которые «смаковали». Разница между пастилой и мармеладом в режиме обработки: для мармелада протирают сырые фрукты, а потом варят на огне. А яблоки для смоквы сначала запекают, потом протирают и сушат при температуре не выше 60°C.

Когда в XIX веке появились заводы по переработке сахарной свеклы и сахар стал дешевым, любая хозяйка могла приготовить такую твердую пастилу. Впрочем, ее делают по всему миру до сих пор. На Кавказе — из кислой сливы, ее потом кладут в мясо, супы, готовят из нее соусы. Грецкие орехи в виноградной тянучке — чурчхелу, наверное, знают все. Это разновидность твердой пастилы из виноградного сока. Говорят, что пастилу еще делают из кизила, в Индии — из манго, а в Египте — из абрикоса. Но только в России придумали специальный сорт пастилы: воздушный. Для этого сначала взбивают яблочное пюре с сахаром или с медом, а потом высушивают вместе с пузырьками. Пастила получается воздушная, рыхлая.

Известно, что в XIX веке работало три российские фабрики по производству воздушной пастилы. В городе Ржеве делали медовую взбитую пастилу — она была дешевле сахарной, менее калорийной и получалась более тонкой, поскольку мед не дает пастиле хорошо взбиваться. В Тульской области, в Белёве, делали взбитую слоистую пастилу — слои склеивали между собой свежим яблочным пюре, и пастила выходила высокая. Про коломенскую же говорили — «коломенская рыхлая бело-

пенная». В конце взбивания добавляли яичные белки, которые придавали ей объем и белый цвет. Хранилась такая пастила с белком долго (как говорили, «от Пасхи до Пасхи»), но из-за белка быстро высыхала. Поэтому ее никогда не продавали вразвес, а только в дере-



Взбитая пастила «Коломенская белопенная»



РЕПОРТАЖ

вянных коробочках, которые обтягивали плотной тканью.

Коломенскую пастилу делали на фабрике Ф.К.Чуприкова, которая открылась в 1861 году, — на этикетке видно, что она занимала полквартиры (см. фото на следующей странице). Это было дорогое лакомство: в 1870 году фунт коломенской пастилы стоил 35 копеек, а фунт медовой ржевской — 15 копеек. Почему же так дорого? (Для сравнения: в то время фунт ржаного хлеба стоил 2,5 копейки, а фунт мяса — 19 копеек.) Ведь яблоки были дешевые — их продавали возами, яйца есть в каждом хозяйстве, да и сахар уже стоил 6 копеек за фунт. Дело в том, что производство было весьма трудозатратным и энергоемким.

Взбиваем двое суток

В музее в Коломне собрали подлинный деревянный инструмент, которым делали пастилу: выдолбленные из дерева черпаки, деревянные сита и главное — медные тазы. Урожай в дом не заносили — каждое яблоко брали в руки (наверное, обтирали), удаляли сердцевину с косточками, но ни в коем случае не чистили кожуру: в ней больше всего пектина. Яблоки запекали в печи, пока они не становились мягкими. Можно было их и отварить в небольшом количестве жидкости, чтобы не пригорели. Когда яблоки делались мягкими, их протирали и в пюре клали четвертую часть сахара (сравните — варенье варят с равным по весу количеством сахара). К яблочной массе иногда добавляли восьмую часть любого ягодного пюре, чтобы придать аромат. А дальше пастильное тесто надо взбить, и его объем должен увеличиться в три раза — только тогда пастила получится воздушной.

Две девушки лопатами-мутовками, похожими на венчик с длинными ручками, двое суток взбивали пастильное тесто в одном направлении, не отрываясь. Когда же на производство наняли мужиков, рассудив, что они посильнее, те тут же нашли техническое решение — стали взбивать пастилу в ручной маслобойке. Чтобы проверить, готово тесто или нет, белую пену выкладывали на палец — она должна стоять и не



Инструменты, с помощью которых делали пастилу



Горизонтальная маслябойка для взбивания пастилы



Рамочка, на которую натягивали ткань и сушили взбитую пастилу

растекаться. Если стоит, значит, можно расстилать. Белки добавляли под самый конец, когда яблочное пюре уже взбито, и совсем немного: на 4 фунта яблочного пюре (1600 г) уходило всего три белка.

Взбитое пастильное тесто расстилали уже не на противне и не на лопатке, как смокву, а на рамочке, на которую натягивали плотную ткань. Именно ткань, а не бумагу, чтобы проходил воздух и пастила не сморщилась. Еще

секрет: ее надо сушить, постепенно понижая температуру от 60 до 40°C. Ни в коем случае не выше! Для этого и нужна была печка, в которую после окончания готовки и выпечки хлеба клали на ночь пастилу. Утром ее доставали и досушивали на воздухе.

Важнейший вопрос — из любых ли яблок получается пастила? Когда-то ее делали из очень распространенной в Коломне «Горской зеленки» — невзрачного кислого яблока, которое считали чуть ли не девятым сортом. Зато «зеленка» была весьма лежкой (хранилась аж до следующего лета). Согласно документам, пастилу начинали делать в конце июля и делали до марта. Сейчас этот сорт утерян, и селекционеры только пытаются его восстановить. Из сегодняшних лучше всего подходит антоновка, но любители экспериментов могут попробовать и с другими кислыми сортами.

Когда открывался музей, было решено возродить пастилу, сделанную по старинным рецептам. Сотрудники сначала нашли всего один рецепт пастилы в Российской государственной библиотеке. Сейчас известны 50 рецептов, и 23 из них освоили на маленьком ручном производстве. Много тонкостей пришлось выяснять опытным путем. Оказалось, что пюре из антоновки должно быть только свежим, его нельзя хранить дольше трех дней, а пюре из консервированной банки никогда не взобьется. Потом пастильницам (так называют девушек, делающих пастилу) дали в помощь электрические миксеры. Но и механизмам приходится тяжело, ведь пастилу сейчас взбивают хоть и не два дня, но все равно долго — от 45 минут до двух часов, только тогда получается действительно воздушный десерт. Наконец, на мини-производстве вместо русских печей стоят итальянские шкафчики с постоянным обдувом, которые держат нужную температуру и постепенно ее понижают от 60 до 40°C согласно программе. Но вскоре коломенские пастильницы отказались от автоматики, и теперь они сами убавляют температуру вручную — этот творческий процесс каждый раз происходит по-разному, в зависимости от сорта пастилы. Вообще, даже при максимальной автоматизации в воссозданной пастиле 80% ручного женского труда.

В сентябре в Коломне откроется еще и музей-фабрика, где будет действовать старинное производство пастилы. Там можно будет не только послушать, но и попробовать что-то сделать своими руками. Для этой фабрики воссоздана русская печь, в которой есть укромные места с невысокой температурой — туда и вставляли когда-то рамки с пастилой.



Коробка с пастилой «Трезвость»

«Корми детей больше сладким, тогда они вырастут умными и добрыми»

Мы еще не закончили рассказывать историю пастилы. Вторая половина XIX века — это ее расцвет. Десятки сортов можно было купить в дорогих магазинах Москвы и Санкт-Петербурга, ее начали экспортировать как особую русскую национальную сладость в Западную Европу. Секрет белой коломенской пастилы долго хранился в тайне. Кстати, белый цвет в старину очень ценился — ведь обычная пастила, без добавления белка, была рыжевато-ржавой из-за окисления яблок. Только в XIX веке французские кондитеры, считавшие белок стабилизатором, добавили много белка в яблочно-фруктовые пюре и получили французскую пастилу — гораздо более упругую, чем коломенская. Позднее она стала известна во всем мире под французским названием «зефир» (западный теплый ветер). Эта сладость вернулась к нам в Россию из Франции — по похожим рецептам делают сегодня нашу промышленную пастилу. Конечно, добавляя в нее пектин, загустители, консерванты и прочее, что необходимо при массовом производстве.

Приметы быта XIX века сохранились в художественных произведениях, дневниках и письмах. Из них мы знаем, что купчихи, не имея слишком много развлечений, ездили друг к другу пить чай, и там у них бывало по 18 перемен сладостей и варений, в том числе пастилы. Также до нас дошло, что в начале XX века появляется пастила «Трезвость», помогающая «от запоя и пьянства», которая была удостоена большой золотой медали на Парижской выставке и на выставках в Ростове и Самаре. Чтобы привлечь публику, изготовители выпустили рекламную листовку, по убедительности не уступающую современным



Коробочка коломенской белопенной пастилы с фабрики Чуприкова (XIX век)

образцам, — с фотографией горького пьяницы до употребления пастилы и его же, счастливого и благообразного, после. На самом деле в антиалкогольную пастилу добавляли успокоительные травы. Надо сказать, что, когда в начале XX века открылись клиники для лечения алкоголиков, их выводили из запоев настоями и отварами, в том числе на шишках хмеля. В них содержатся вещества, которые действуют как снотворное. Алкоголик просыпался и просил пить, ему давали успокоительный отвар, он опять засыпал — и так несколько раз, пока не проспится как следует и организм не избавится от вредных метаболитов, вызывающих похмельный синдром. Собственно, ничего особенно нового с тех пор не придумали.

Из писем же мы знаем, что твердую малиновую пастилу очень любил Федор Михайлович Достоевский. Шоколад был дорог, если его покупали, то только детям. К чаю обычно подавали варенье, изюм, сушеные фрукты, пастилу. Достоевский был большим сладкоежкой и жене говорил: «Корми, голубка моя, детей больше сладким, тогда они вырастут умными и добрыми».

Благодарим за помощь в подготовке материала Марину Валентиновну Беляеву и других сотрудников музея.

Кукуруза



Что за растение кукуруза? Кукуруза, она же маис, — это злак, хотя и весьма своеобразный. Вместо колоса у нее — торчащие из листовых пазух початки, зерновки в них не вытянутые, а кубические или округлые, стебель не полый. Неудивительно, что на европейцев, впервые увидавших кукурузу, она произвела сильное впечатление.

Это единственный злак, имеющий американское происхождение. Индейцы ввели его в культуру около 5000 лет назад. Археологи находят початки того времени, маленькие, всего 5—7 см в длину — не сравнить с нынешними гигантами. Дикой кукурузы в природе не существует, предок культурной формы неизвестен. Возможно, это был сорняк теосинте мексиканская (*Euchlaena mexicana*): внешне он напоминает кукурузу, но вместо початков у него колосья. Современная культурная кукуруза не дичает, так как ее зерна не осыпаются на землю, а початки не обламываются, потому что стебли прочные. Такое растение — подарок для земледельца, зато и существовать без него не может.

Какие продукты получают из кукурузы? Кукуруза как пищевое растение выступает в трех ипостасях. Она злак, из нее делают муку, различные крупы, хлопья и даже крахмал, гонят спирт и варят пиво. Крахмал — полимер глюкозы, поэтому из кукурузы изготавливают патоку, сироп и саму глюкозу. В кукурузном сиропе много фруктозы, которая слаще сахара, поэтому его ценят в диетическом питании.

Зерна содержат до 8% жиров, из них отжимают масло, поэтому кукуруза попала и в масличные растения. И наконец, существуют овощные сорта с повышенным содержанием сахара и белков. Их початки собирают на стадии молочной спелости, отваривают или консервируют.

Чем полезна кукуруза? Зерна кукурузы — диетический низкокалорийный продукт. Его энергетическая ценность составляет всего 97 килокалорий на 100 граммов. Кукурузное зерно содержит до 70% углеводов, от 7 до 20% белка, 4—8% жиров, витамины и соли кали, магния, железа и фосфора. Витамины и масло сосредоточены в основном в зародыше, все остальное — в эндосперме. В зерне овощных сортов сахаров 4—8%, в полтора-два раза больше, чем в крупяных. Белки кукурузы имеют существенный недостаток — в них очень мало незаменимой аминокислоты лизина. Индейцы каким-то образом это почувствовали и нашли выход: смешивали кукурузу с бобами, в которых лизина много, но мало триптофана. Бобы и богатая триптофаном кукуруза прекрасно дополняют друг друга, эта смесь называется суккоташ. В кукурузной крупе и муке нет глютена, белка, который присутствует практически во всех крупах. Поэтому больные целиакией (непереносимостью глютена) могут спокойно есть кукурузные каши и лепешки. Но от целых зерен таким людям лучше воздерживаться, потому что в зародышах глютен присутствует. (Муку и крупу делают из эндосперма, очищенного от маслянистых зародышей, чтобы продукт дольше хранился.)

Кукуруза богата витаминами группы В, особенно витамином В₁, влияющим на работу нервной системы, мышц, сердца и образование эритроцитов. Витамин Е — антиоксидант и благотворно действует на состояние волос и ногтей.

Что такое мамалыга? Мамалыга — наверное, самое известное блюдо из кукурузной крупы или муки грубого помола. Это густая каша, сваренная на соленой воде. Кукурузная крупа густеет долго, поэтому кашу надо регулярно помешивать, однако на дне кастрюли все равно образуется корочка. Опытные кулинары советуют ее подсушить на медленном огне и использовать хрустящие кусочки как несладкое печенье.

Мамалыга заменяет хлеб и сама по себе довольно безвкусна. Поэтому ее приправляют специями, чесноком, томатным соусом, соленным сыром, едят вместе с фасолью или жареным мясом. Остывшая каша такая плотная, что ее можно резать. Имеет смысл так и сделать, а потом поджарить куски на растительном масле вместе с сыром.

Мамалыга, приготовленная жителями Средиземноморья, называется полента.

Почему из кукурузной муки не пекут хлеб? Хлеб в нашем понимании, пористый и упругий, из кукурузной муки не получится, потому что в ней нет белков глиадинов. То, что продается в магазинах под названием «кукурузный хлеб», изготовлено из пшеничной муки с добавлением кукурузной — она придает изделию ломкость и сладковатый вкус. А индейцы пекли тортильи — тонкие лепешки из безопарного теста, замешанного на воде. Тортилья заменяла им хлеб и тарелку, в нее заворачивают начинку, пока она свежая, а черствеет она быстро. Такие лепешки можно пожарить дома на сухой горячей сковородке, добавив в тесто растительное масло и соль.

Что первично: попкорн или кино? Попкорн, он же воздушная кукуруза, представляет собой кукурузные зерна, разорвавшиеся при нагревании. В нашем сознании попкорн стоит через запятую с киносеансом, но изобрели это блюдо индейцы: они поджаривали зерна в масле или прокалывали на песке.



Попкорн готовят из зерен особых сортов. У «взрывающейся» кукурузы внутренняя питательная часть зерна, эндосперм, имеет мучнистую крахмальную сердцевину, окруженную более плотным слоем, содержащим белки. Кукурузный крахмал связывает воду, которая при нагревании превращается в пар и увеличивается в объеме. Какое-то время плотная оболочка противостоит давлению воды, но при 200 °С не выдерживает и лопается. Крахмал, размягченный под действием высокой температуры и давления, превращается в пенистую структуру и быстро застывает.

Как готовят кукурузные хлопья и палочки? Кукурузные хлопья — это не то же самое, что попкорн. Кукурузную крупу, свободную от зародышей, варят в подсоленном сиропе, затем формируют из нее тонкие лепестки и обжаривают в печах до хрустящего состояния. Некоторые диетологи утверждают, что хлопья вредны, так это из-за сиропа.

Кукурузные палочки тоже делают из крупы. Ее вместе с необходимыми добавками загружают в специальную машину — экструдер, где нагревают под давлением и одновременно перемешивают. Затем смесь выдавливают наружу через отверстия, и она быстро застывает, превращаясь в пористые палочки.

Что пьет Аллен Делон? Этот актер, как известно, пьет двойной бурбон. Бурбон — виски, которое делают из кукурузы с добавлением других злаков, чтобы было не так сладко. Сусло должно содержать не менее 51% и не более 80% кукурузы. Название напиток получил от места, где его впервые стали производить, — графства Бурбон в штате Кентукки. У процесса изготовления бурбона есть некоторые особенности. Зерно не солодят, то есть не проращивают, а просто мелко дробят, смешивают с водой и оставляют бродить. Полученное сусло перегоняют и два года выдерживают в дубовых бочках из-под портвейна или бренди. Первые производители бочки обугливали. Те, кому невмоготу столько ждать, пили виски сразу после дистилляции. Напиток, еще не приобретший золотистого цвета, называют «белая собака». Пить бурбон полагается порциями по 40 мл, двойной бурбон — двойная порция.

Что хорошего в кукурузном масле? Кукурузное масло отжимают из зародышей кукурузы. Оно не пригорает и не образует канцерогенов при нагревании, поэтому на нем можно жарить. Растительные масла вообще полезнее сливочного, о чем «Химия и жизнь» писала не раз. Изюминка кукурузного масла — высокое содержание жирорастворимого витамина Е (токоферола), который нормализует работу эндокринной системы, защищает наш организм от преждевременного старения и от внешних токсических воздействий. Витамин К, тоже жирорастворимый, регулирует свертываемость крови и играет важную роль в формировании и восстановлении костей. Есть в кукурузном масле и другие витамины: F, B₁, PP и провитамин А. Оно богато лецитином, который препятствует отложению холестерина на стенках сосудов, поэтому кукурузное масло рекомендуют при атеросклерозе.

Какие блюда готовят из кукурузы? В России два традиционных способа использования кукурузы — из консервной банки положить в салат или отварить початок целиком (сезонное блюдо). Привыкли мы и к кукурузным палочкам, хлопьям или попкорну. Их часто едят с молоком, медом или в шоколаде. Про каши и лепешки мы уже говорили. Но есть еще запеканки с овощами, яйцами, сыром и даже грибами; омлеты; початки маринованные, соленые и жаренные на решетке или в кляре; многочисленные супы; кексы и пирожные с добавлением кукурузной муки; кукурузные чипсы начос — популярнейшая закуска, которую с чем только не подают.

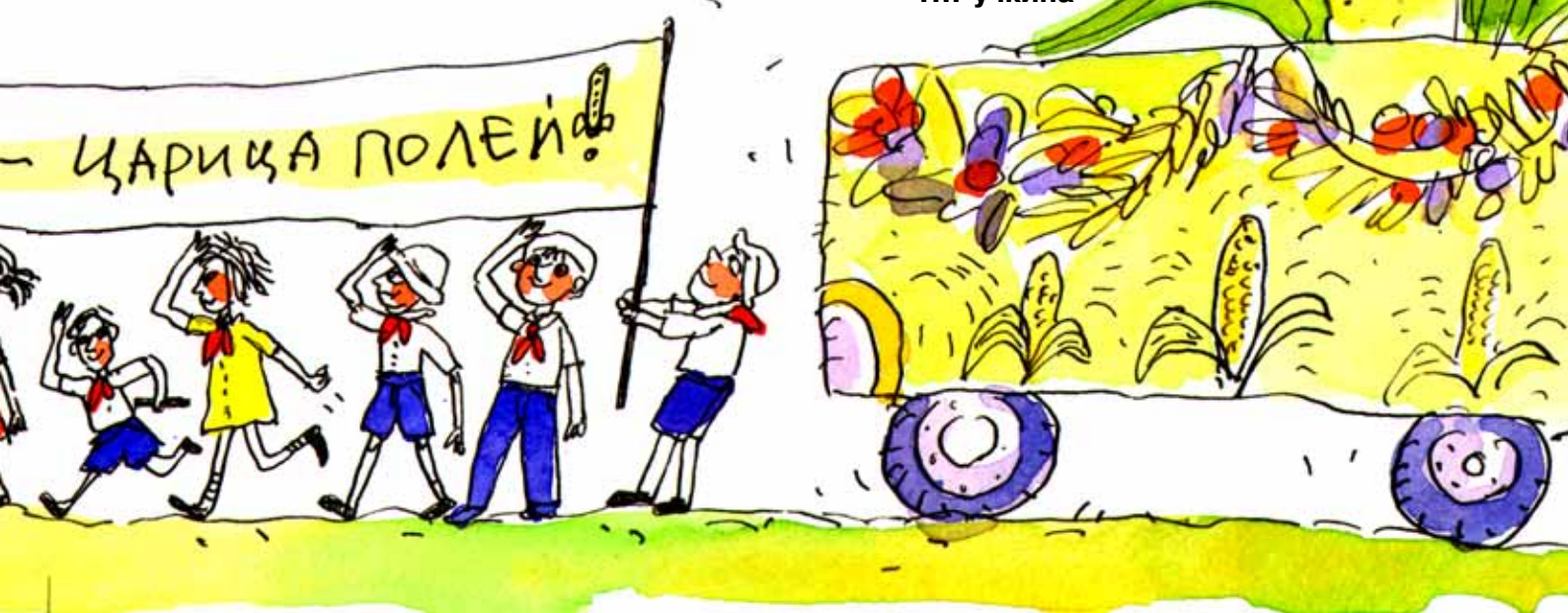
Из бесконечного многообразия рецептов мы по традиции выбираем самый простой: кукурузную халву. Надо замочить на ночь 500 г кукурузных зерен, а затем варить в той же воде, пока зерна не побелеют. Мед (200 г) тоже варить на слабом огне. Когда медовая капля, опущенная в холодную воду, станет ломкой, мед готов. В него кладут сваренную кукурузу и мешают до получения однородной массы.

Если и это сложно, готовим кукурузу со сметаной. Двести граммов консервированной кукурузы, разогретой в собственной жидкости, кладут в сотейник, добавляют 50 г сметаны и кипятят, пока сметана не выпарится до консистенции соуса.

ЧТО МЫ ЕДИМ

Художник Е. Станикова

Н. Ручкина





Абсолют



Дарья Баева

Она ускорила шаг и вырвалась вперед. Пытается поставить меня на место и показать, кто тут главный. Знаем-знаем, вожак всегда впереди. Кто впереди, тот и вожак. Хоть на полкорпуса, хоть на четверть, как на скачках.

Да бога ради, дорогая. Лишь бы тебе хорошо было.

Но ей плохо. И тяжело. Спина напряжена, походка резкая, угловатая. Если движения правой руки она еще контролирует, придерживая контейнер с «детенышем», то левая рука так и рубит воздух ритмичной отмашкой. Вот сейчас головой мотнет, и это будет означать, что злость, недовольство собой и мимолетное отчаяние готовы выплеснуться наружу.

Так и есть.

Нет, надо сегодня же звонить Экхарту. Это уже никуда не годится.

Захотелось затянуться и ощутить, как горло греет дымом. Пришлось копаться в карманах в поисках заначки. Сколько ни божился, что брошу курить, а в каждой куртке в одном из карманов все равно находилась пара сигарет. Ну и ладно.

Прикурился, затянулся поглубже и покрутил головой, пытаюсь размять шею. Перенял ее дурацкую привычку. Если она не успокоится, пока мы не подойдем к Водоразделу, придется опять ее стабилизировать. А это плохо для «детеныша».

Да черт с ним, это плохо для нее.

Мозг мне башку открутит, если в ближайшую неделю за Водораздел опять только первая пятерка ходить будет.

Ладно, пока она держится. И «детеныш» тоже пока в норме. Хоть бы не пришлось к этой дряни прикасаться.

Ни боже мой.

В ход пошла вторая сигарета. Дорога ровная — не в пример тому, что было десяток кварталов назад. Асфальт и фиолетовая кладка стен мягко поблескивают в свете послеполуденного солнца. До вечерней зари доберемся. Хорошо.

Не знаю, как другим, а лично мне эта территория нравится. Может, я просто люблю фиолетовый цвет? Цвет слив и свежих кровоподтеков. Здесь нет слизи и мха, как в забугорье. От сырости меня коробит.

А здесь улицы пустые, стены ровные, окна целые — сухо, чисто и равномерно тепло. Ну прямо как на коже аккумулятора. В принципе, так оно и есть. Абсолюты, носители и «халфы» потому сюда и прутся. Точнее, это мы думаем, что потому. А что думают они, не знает никто, даже... Да хрен с ним!

Сегодня троих нашли. Двое — обычные «халфы». И один абсолют. Такой абсолют, что глаза б мои его не видели.

Вот как они умудряются найти точки питания? Там же натуральная свалка! Все покорежено, перепахано — будто десятиметровую толщу почвы вспороли изнутри. Никакая техника нормально не работает, сигнал штормит нереально, он не добывает не то что до Водораздела — в ближайшем переулке не засечешь при всем желании.

Но это нас. А их, абсолютных, и слепой найдет. Там сама земля корчится, точно из нее живьем внутренности выдирают. Хотя с землей это я погорячился.

Как я уже говорил, двое за сегодняшний рейд были обыч-

ными «халфами». Когда мы их нашли, один еще пытался вы- лупиться: из сплетения проводов торчали напряженные руки, с костяшками, готовыми вот-вот прорвать натянутую кожу. Там было все просто — вырубить главный шлейф и залить кислотой контактную панель. Нечеловечески едкая штука, эта кислота! Лет пять точно на этом месте никакая хрень не выкарабкается: коррозия основательно подпортит ей процессы регенерации.

Второй «халф» уже не трепыхался. Если бы не синее поле, мы бы его даже не заметили. Локатор верещал точно припадоч- ный, а мы все озирались, пока не увидели уже не шевелящийся бугор. Пришлось травить кислотой всю эту тошнотворную пародию на курган — зачем оставлять питательную среду для развития?

К абсолюту же подходили долго и осторожно. Мало ли что он учудит, очутившись в своем цифровом астрале?

Кому сказать, что я боюсь, в голос бы ржать начали. А я боюсь. И все наши, которые за ловчими ходят, боятся. Все жить хотят. А нам рядом с абсолютами верная кончина, если ловчего рядом нет.

— Руди...

Ну вот. А я-то надеялся, что дотянем.

— Руди, — ей хватило выдержки и выучки, чтобы аккуратно поставить контейнер с «детенышем» на порог ближайшей пятиэтажки, а потом ее затрясло, — Руди, мать твою! Ты что, не видишь?

Да уж, как тут не увидеть. Если не поторопиться, это превратится в настоящий припадок — она уже уперлась затылком в стену и вцепилась зубами в запястье. Ноги заскребли по мостовой, но то, что надо, у меня всегда наготове.

А теперь, хорошая моя, придется потерпеть.

Ох, ну и дикий же у нее взгляд! Теперь она вцепилась зубами уже в мою руку. Да на здоровье. Так как раз удобнее к шее подобраться.

Не промахнулся — уколол точно в вену. Я вообще никогда не промахиваюсь.

А теперь нужно ее держать, поэтому я обнял ее за плечи и притянул к себе. Она прижалась всем телом, гася об меня круп- ную дрожь, накатывающую волнами. Запрокинутое лицо было синевато-бледным и покрытым испариной, глаза закатились. Но я-то знаю, что это уже обратный процесс. Даже несмотря на половинную дозу стабилизатора, лекарство действует и скоро дойдет до мозга. Тогда все будет в порядке и Мозг ничего не узнает. Совсем ничего.

А пока придется наблюдать жутковатое пульсирование зрачков — от точки до черного пятна, заливающего почти всю радужку, и материть себя за то, что вовремя не вызвал Экхар- та. Эмиссар неотлучно находится на границах. Следит там. А может не уследить здесь.

Она почти пришла в себя, а солнце-то давно перевалило за полдень.

— Эй, нам бы до Водораздела засветло добраться.

— Знаю, — хрипло бросила она и отстранилась — слишком медленно, и слишком очевидно, что ей этого не хотелось

ФАНТАСТИКА

делать. — Пошли.

Иду. Что ж мне еще делать?

Она вновь зашагала впереди, то ли желая в очередной раз утвердиться в роли лидера, то ли с осознанием беспомощной злости прося проследить за собой. Мало ли что.

А до Водораздела еще километров пять.

«Детеныша» мы нашли у абсолюта. Их всегда находят у абсолютов. Ни у «халфов», ни у носителей такого не бывает. «Халфы» — они ж полностью бионические. Один вид только, что люди. Вот она с ними и не церемонится — сразу кислотой нейтрализует.

Носителей мы осматриваем. Помню, мы однажды одного даже вынесли — он по ошибке забрел. Слабый на зов оказался, вот и ломанулся сюда до срока. Пока человеческое еще тут держит, они в городе живут, за Водоразделом. Ученые шишки говорят, что у них постепенно все мутирует и даже зрение становится другим. Глаза реагируют на ультрафиолет. Поэтому тут всё — стены, тротуары, окна и даже занавески на них — цвета слив и свежих кровоподтеков.

А абсолюты...

И ведь лицо такое чистое, невинное. Натуральное. Смотрит на тебя из клубка шлейфов и проводов, моргает и улыбается. А у самого уже ничего нет — обрубок шеи и куча проводов из него. Ну ничего же нет! Но он лыбится и все понимает, окуроч цифровой!

А где ты был, когда «детеныша» создавал, гад! Где, я спрашиваю, твои мозги были, когда ты первый штекер в себя засовывал! Когда начал сам из себя эту тварь лепить? А, я тебя спрашиваю?!

— Руди, не погань мне рабочее поле, — не оборачиваясь, не глядя на меня. Точно сплюнула.

Да, знаю, извини. Сорвался.

Я просто вообще не могу спокойно думать о «детенышах». Каждый раз, когда я вижу, как она осторожно подбирается к абсолюту и наклоняется над плодом его агонии, его галлюцинирующего сознания, мне становится плохо.

Откуда? Видит бог, я не знаю, откуда берется это ее выражение лица! Как можно на это так смотреть и брать на руки?

Прости господи, если бы можно было допустить такое сравнение, но это похоже на мадонну с младенцем. Какую угодно, только не человеческую.

И мне тогда нестерпимо хочется курить, хотя в радиусе действия синего поля этого делать категорически не следует. Но я всегда закуриваю и скорее подталкиваю ногой контейнер, чтобы она упряталась с глаз долой это создание.

Я ненавижу «детенышей». До дрожи. До оторопи. До тошноты.

Хотя меня в жизни не тошнило.

Абсолютов не тошнит.

Никогда.

— Поторопись, можем не донести. — Она ускоряет шаг, а я смотрю на нее, на человека, и мне хочется...

Курить. У меня ж еще должны остаться сигареты?

Под ногой хрустнул ледок на мутной луже — вот и Водораздел.

— Привет, Юна.

Она отложила заполняемый бланк возврата и покосилась вправо. За будкой охранника маячил джип с заляпанными грязью зелеными номерами, а у самого шлагбаума серел силуэт в форме.

Надо же. Эмиссар Комитета безопасности федерации собственной персоной. С чего вдруг такое внимание?

Ей это тоже не понравилось — поведя плечом, оттянутым тяжелыми постромками контейнера, она вызывающе качнулась вперед.

— Я не одна, — глухо бросила она, сдерживая с головы капюшон.

Принципиальность. Особенно в этом вопросе.

— Ах да. — Эмиссар чуть склонил голову в мою сторону. — Добрый вечер, Руди.

— Добрый.

Знобкий ноябрьский ветер забрался под куртку, и пришлось запахнуть плотнее. Терпеть не могу сырость.

— Говорят, ты с добычей?

— Ну? — сухо, сквозь зубы. Училивость к представителям охраны никогда не значилась в ее анкете.

— Тебе везет больше всех. — Эмиссар КБФ, указав взглядом на контейнер с «детенышем», похлопал себя по нагрудным карманам в поисках сигареты.

Я поднес зажигалку. На, кури. Может, это когда-нибудь мне зачтется?

Он едва коснулся сигаретой пламени, и губы его брезгливо изогнулись. Я видел. У меня слишком хорошее зрение.

Что ж, отвращение эмиссаров к биоморфам всегда имело место быть. Даже Экхарт, зная, что мы с ней одна команда, вынужден сдерживаться. Она не убеждает его — пустое. Просто для нее, как и для любого ловчего, абсолют — это персональный компьютер, помощник и напарник в одном лице. Мы без них за Водораздел ни ногой, они без нас.

Правда, это только до тех пор, пока не приходит срок.

Кажется, в природе это называется симбиоз. Парадоксальный симбиоз.

— Уже пятый за два месяца. Идешь на рекорд, — бросил эмиссар, пристально изучая ее сквозь дым.

— Как ты и сказал — мне везет, — равнодушно пожала она плечами и предъявила охраннику путевую книжку. Тот хлопнул ей очередной штамп и посмотрел на меня.

Пока он сканировал мой паспорт, я глядел на синюю полосу с выбитым серийным номером на странице биометрических параметров: «Руди Ван Ганн, №190m34, третье поколение».

Напьюсь.

Вот сейчас прослежу, чтобы она как можно быстрее сдала «детеныша» в лабораторию, напишу отчет Моэму и сбегу к чертям. Хотя бы на сегодняшний вечер.

Меня все достало. Сил нет.

Пара-тройка коктейлей мне сегодня явно не помешает. Думаю, «Соляная кислота» подойдет. А может, даже и «Серная». Надо хоть как-то забыться.

Я абсолют, а не машина.

— Руди, идем.

Эмиссар усмехнулся и посторонился, давая нам дорогу.

Лед на луже, только успевший замерзнуть, снова хрустнул под подошвой.

Вторая пачка за день. Вторая пачка и третий стакан «Соляной кислоты». Бармен уже перестал коситься в мой угол и лишь молча выполняет заказ.

Парень, ты тут новый. Так вот запомни — это мое место и мой коктейль.

Зубы ломит от холода, но я нарочно разгрызаю кусок льда. И затягиваюсь сигаретой. Нам всегда тяжелее раздражить рецепторы.

Все слишком настоящее, но вот вкус и обоняние не те. Потому-то я и пью «Соляную кислоту» — самый убойный коктейль в этой забегаловке.

Интересно, а я похож на человека?

Она как-то разоткровенничалась. Сидя в раздевалке перед выходом, ссутулившись и свесив голову, она сказала, что не отличила бы меня от себе подобных, если бы не видела экрана локатора. Синего экрана. Такого же синего, как идентифика-

ционная полоса в моем паспорте: имя, номер, поколение.

Я биоморф. Я — абсолют третьего поколения.

Я абсолютно как человек.

Но я не человек.

— Эй, друг, еще. — Я постучал кредиткой по стойке.

Бармен зазвенел шейкером. Я уставился на ряды бутылок у него за спиной.

Мне омерзительна моя работа. Но я иду туда. Снова и снова иду на смену. И с каждым разом в моей путевой книжке появляется все больше штампов КПП у Водораздела.

Мне жаль ее. Но я беру контейнер, бессознательно распахиваю сигареты по карманам, застегиваю куртку и иду за ней. Не знаю, как выглядит моя спина, но ее спину я знаю досконально.

Я ненавижу «детенышей»...

Неужели и я когда-нибудь откликнусь на зов? Пойду к Водоразделу, шагну на фиолетовую мостовую и устремлюсь туда? Туда, где меня будут ждать перекорезенная земля, синее поле и шлейф, предназначенный именно для меня? Возможно, я буду улыбаться. Как почти все те, кого она нейтрализует кислотой.

И когда все будет кончено и остатки разума биоморфа растворяются в синеве, тогда надо мною склонится она и заберет ошметки моего тела, спаянные моим же угасающим сознанием в нечто первородное? Я ей улыбнусь. Я успею подумать «спасибо», пока она забирает моего «детеныша». Мою жалкую попытку продолжения себя. А потом я умру.

Наконец-то умру.

По-настоящему. Как человек.

Окончательно...

— Ваш коктейль.

— Спасибо, друг.

На табло за стойкой бара высветилось два часа пополночи. Что ж, пора идти. Завтра еще нужно присутствовать в лаборатории при вскрытии «детеныша».

— Привет, можно присесть?

Рядом раздался шорох и легкий стук.

Я вытряс из стакана последний кусок льда, зажал его в ладонь и повернулся. На соседний стул уселась девушка — симпатичная, молодая, свежая. Почти не похожая на проститутку.

Этого следовало ожидать.

Я махнул бармену:

— Коктейль девушке.

— Спасибо, — улыбнулась она сочными губами и удобнее устроилась на стуле, аккуратно выставив на мое обозрение длинные ноги, — Адель.

Мило. Весьма мило. Похоже на кличку домашнего кролика.

Я смотрел, как она пьет, как полная грудь натягивает блестящую майку, как матово блестит белое бедро, едва прикрытое юбкой.

Она же старалась одновременно пить и улыбаться, кокетливо опираясь на стойку.

— Вы сегодня заняты?

— Нет.

Я затаился и снова посмотрел на нее.

Напускная небрежность и соблазнительность выдавали ее с головой. Совсем свежая. И пока еще дорогая. Поэтому и промышляет здесь, в центре.

— Может?.. — Она еще даже пытается соорудить интригу, предлагая себя.

Ей-богу, как же все глупо.

Я усмехнулся и оттянул вниз ворот водолазки.

Ее зрачки мгновенно расширились, а я прижал к стойке ладонь, которую она не успела убрать, и нарочно придвинулся ближе.



ФАНТАСТИКА

— Сколько возьмешь, Адель?

Она прерывисто вздохнула и попыталась сползти со стула.

— Как ты... вы?.. — Презрение или страх — что пересилит?

Я стиснул пальцы — у нее такие тонкие кости. А я устал быть спокойным.

Страх пересилил.

Она не может отвести взгляда от моей шеи, точнее, от яркой синей полосы на ней, похожей на след от петли.

— Ни разу не обслуживала абсолюта, Адель?

— Н-не надо... — жалко попросила она, но я только сильнее сдавил ее запястье, зная, что назавтра там будут синяки цвета брусчатки за Водоразделом.

Я бросил кредитку на стойку и кивнул бармену. Он понял и взглядом указал в сторону коридора, ведущего на второй этаж.

Девчонка тонко заскулила и попыталась освободить немеющую руку.

— П-пожалуйста, не надо!

Я потащил ее из бара. Адель слабо упиралась, понимая безнадёжность ситуации...

Меня несет. Меня бредит. Есть ли слово такое? Не помню.

Я тащу ее, эту молоденькую проститутку, на второй этаж, по ступеням. Я не знаю, зачем она мне. Желания нет. Вообще.

У меня давно нет желаний. Человеческих.

А желанию абсолюта я не хочу поддаваться.

Я не хочу умирать.

Не хочу. Не хочу.

Не могу.

— Слушай, ты! — Адель слабо пискнула, когда я, завернув в какой-то коридор, бросил ее на стену. — Слушай, ты...

Глаза у нее большие — зеленые, ясные. Ресницы не перерасщеплены. Знает себе цену.

Взгляд затравленный, и, кажется, она скоро заревет.

Красивые глаза. Но я вижу другие — серые, с поволокой. Уставшие. Я вижу горькие складки от крыльев носа к углам рта.

Глаза закатываются, видны синеватые белки. Неужели опять припадок?..

Расслышав хрип, я разжимаю пальцы. Адель глотает воздух и хнычет, скребя ногтями стену.

Я схожу с ума. Возможно ли это?

Наверное, да. Ведь уходим же мы за Водораздел, чтобы прекратить всё это.

Я схватил девчонку за руку, рванул водолазку вверх и прижал ее дрожащую, влажную от страха ладонь к своему животу. Хоть немного тепла. Хоть бы немного искреннего тепла.

Почувствовать бы хоть что-нибудь.

Вжался бедром, вдавил в стену — дрожь. Мелкая дрожь загнанного существа. Ни гордости, ни злобы. Ни желания выжить.

И я тоже?

— Зачем? — выдохнул в шею, провел по ней ладонью. — Зачем вы нас создали? Зачем ты, человеческое животное, создало нас. Зачем ты создало нас человеком?

В коридоре почти темно. Музыка долбит где-то на периферии. От девчонки пахнет сладкими духами и липким потом страха.



ФАНТАСТИКА

Я же отвратительно чую запахи. Как любой абсолюте. Моэм любит шутить, что есть ловчие, а ищеек нет. Точнее есть, но они без нюха.

Но я чувствую, я ощущаю сейчас всё.

— Семьдесят лет. Семьдесят лет назад ты, человек, смог сделать нас. Зачем, я тебя спрашиваю? Зачем ты вообще все делаешь по своему образу и подобию — бога или машину, не важно? Ты умеешь думать. Ты думаешь, человек, и ты заставил нас думать так же. Ты не мог придумать нам другие мозги, а? Хотя нет, не мог.. Ты же не можешь придумать ничего, что не было бы слишком человеческим. Слишком.

Она молчит. И та, и эта. Эта, потому что боится. Та, потому что никогда не могла сама ответить ни на один из этих вопросов.

— Ты когда-нибудь брала в руки «детеныша»? — Нет, конечно, что за бред!

Дурная риторика. Я помотал головой.

— Я, мы, все теперешние — абсолюте третьего поколения. Ты, человек, создал первых из нас. А они создали вторых из себя. Не ожидал? Не думал, что мы в своем слепом следовании программе «будь человеком» захотим продолжить свой род? Не ожидал? Да и никто не ожидал...

Контейнеры для «детенышей» белые, глянцевые, похожие на пластиковые коконы. Туда, за Водораздел, всегда нес их я. Обратно — она.

— И не в «детенышах» дело, понимаешь ли ты? Не в них! Не знаю, почему вообще все так. Никто не знает. Ни ловчие, которые их вытаскивают, ни мы, служащие проводниками за Водораздел. И в лаборатории тоже не знают. Потрошат, и всё. Разделяют на составные части. Кожа, кости. Микросхемы, провода. Как спаяно, почему работает. Почему вообще существует эта противоестественная, богопротивная помесь... А она смотрит. Ходит и смотрит. Зачем?

Руки дрожали. И мои, и ее.

Ну и чего я этим добился? Да ничего. Как всегда.

Я выдернул сведенную судорогой ладонь Адели из-под своей водолазки.

— На. — Кредитку она взять не смогла — взгляд был пустой, точно у «халфа».

Легко ударил наотмашь по лицу. Вроде пришла в себя.

— Бери.

Взяла. Дрожала, пыталась натянуть юбку пониже, но взяла. Послушная.

Размял шею. Музыка продолжала долбить в отдалении. Ковер глушил шаги.

Сейчас выкурю последнюю сигарету — и прочь. Я хочу, чтобы сегодня наконец закончилось.

— Руди?

Кажется, впервые за все время нашего партнерства я услышал недоверие в ее голосе. Да, хорошая моя. Прости, но будет так.

— Иди.

Водораздел не зря так зовется — по эту сторону шлагбаума сухая мостовая, лишь с легким налетом мороси, по ту сторону

— осклизлый асфальт и зятянутые льдом лужи.

— Иди, я сказал.

У нее дернулся угол рта — свидетельство того, что она подавила мгновенное раздражение.

— Объясни. — Приказ — хриплый, озлобленный.

Я покачал головой и попытался нашарить в кармане сигарету. Опять не рассчитал и выкурил все. Такая мелочь, а не рассчитал.

Ладно, я давно собирался бросить.

Тем более, тут почти везде отголоски синего поля — незачем мне лишний раз искушать судьбу. Я ведь остаюсь не затем, зачем сюда приходят все. Я пока боюсь умирать. Просто хочу узнать, чего я так боялся все это время.

— Руди, вернись.

— Нет.

Она шагнула обратно к шлагбауму, но Экхарт поймал ее за руку.

Молодец Экхарт. Он сразу все понял. Он вообще понятливый, этот эмиссар. Ей с ним будет хорошо.

— Руди, вернись сейчас же.

Нет. Мне надоело ходить туда-сюда. Нужно остаться по одну из сторон, чтобы наконец разобраться. А ты ведь знаешь, как я не люблю сырость.

— Я же все равно найду тебя!

Вот тут ты ошибаешься.

— Экхарт, я написал рапорт, чтобы ловчего ARs15/2 отстранили от деятельности за Водоразделом. В моих полномочиях это сделать. Проследи, пожалуйста, чтобы руководство поставило резолюцию.

Она дернулась так, будто снова начинался припадок. Экхарт вцепился в плечи и притянул ее к себе.

— Да как ты посмел! Ты не имел права! Ты же знаешь, как это важно для меня!

Конечно, знаю. Потому и написал.

Я больше не хочу, чтобы ты ходила за Водораздел. Я не хочу, чтобы ты брала в руки «детенышей». Я не хочу, чтобы ты когда-нибудь нашла меня там, если я не выдержу...

Я застегнул ворот куртки и засунул руки в карманы. Пора.

— Руди!

Я обернулся, чтобы поймать пачку сигарет, перелетевшую через шлагбаум.

Это был Экхарт. Она же стояла, уткнувшись ему в воротник, — прямая спина, напряженные плечи, сжатые кулаки.

Ну, спасибо. Со старыми привычками не так легко расставаться — покурю еще день-два...

Ноябрьские сумерки быстро густели.

Там пошел снег. Здесь я закурил и пошел туда, где было тепло и в нескольких окнах шевельнулись занавески, будто тронутые чьей-то рукой.

Мне кажется или раньше они всегда были неподвижны?

О роли букв в науке и жизни



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Знаменитому писателю и историку Н.М.Карамзину принадлежит изречение: «История ума представляет две главные эпохи: изобретение букв и типографии». Главенствующая роль здесь принадлежит буквам: типография — достижение техническое, буквы — идеологическое. Именно они совершили революцию в развитии цивилизации после пиктографии, идеографии, иероглифики и прочего — благодаря своей малочисленности: неисчислимое количество понятий выражается не неисчислимым количеством букв, а неисчислимым количеством их комбинаций. Наука свидетельствует, а жизнь подтверждает, что число комбинаций даже из 33-х букв действительно необозримо. Кхмеры недооценили достижения комбинаторики и запаслись в своем алфавите 72-мя буквами, сингалезы — 54-мя. Зато гавайцы превосходно обходятся всего 12-ю буквами, а туземцы острова Бугенвиль и вовсе 11-ю.

Завоевав весь мир небольшими, но мобильными и потому победоносными отрядами, оставив в каждой стране свой гарнизон, называемый по имени возглавляющих его букв (алфавит = альфа + бета; азбука = аз + буки), буквы перешли к индивидуальному внедрению в науку и жизнь. И сегодня мы уже не можем представить себе ни то, ни другое без этих маленьких, но безмерно могущественных созданий человеческого ума.

Первые три буквы греческого алфавита — α , β и γ (альфа, бета и гамма) — сделали блистательную карьеру в атомной физике. Не довольствуясь этим, они работают еще и по совместительству: α , например, — коэффициентом линейного расширения, γ — удельным весом и гравитационной постоянной, а все три активно работают углами в геометрии. Следующая буква — Δ , или δ (дельта), символ приращения — тоже преуспела в науке, но больше известна своими завоеваниями в жизни: ее именем названо разветвленное устье реки, крыло самолета и даже целый летательный аппарат: дельтаплан. Неизгладимый след оставила в науке знаменитая буква π (пи). Обрати древние греки свое пристальное внимание на эту букву раньше — им бы не пришлось так долго биться над неразрешимой проблемой квадратуры круга. Но им почему-то больше нравилась не эта буква, а буква η (эта).

У нее и ножки подлиннее, и талия более гибкая. Так за внешними данными часто упускается внутреннее содержание. Буква η достигла меньших высот — но и ей есть чем гордиться: КПД. Не достигли больших вершин ломачи и кривляки ξ (кси) и ζ (дзета). Оказывается, талия — не самое важное в науке, хотя в жизни она свою роль играет.

Что касается других греческих букв, то почти все они заняли свое более или менее почетное место в науке: ε , μ , λ , ν , θ , ρ , σ , τ , ω и другие пользуются большой популярностью у ученых и инженеров. Например: ε , μ , σ , τ — в механике обозначают относительное удлинение, коэффициент Пуассона, нормальное и касательное напряжение. Чаще всех используют (наряду с α и σ) — буквы μ (самая знаменитая μ — коэффициент трения). А α и ω даже вошли в поговорку («от альфы до омеги»), как и латинская i («ставить точки над i »), о которой речь впереди.

Две сестры — ϕ и ψ (фи и пси) занимают в науке сравнительно скромное место (хотя самый, пожалуй, модный угол ϕ в геометрии, угловая координата ϕ в полярной системе координат, а также знаменитая волновая ψ -функция в квантовой механике — Шредингер ее выбрал «как наименее затасканную» — это, если вдуматься, не так уж и мало), но, в силу повышенной эмоциональности, брезгливая «фи» выступает еще и в роли пусть и междометия, но все-таки слова. Тут с ней могут соревноваться разве что только «гамма» и «дельта». Что касается «пси», то она близко дружит с «ипсилоном» и «эпсилоном», а еще ее выбрали своим символом психологи. А вот ипсилон и омикрон — скромняги, бедные родственники: ни в науке, ни в жизни их нет совсем! Правда, на небе имеет место утешительный заезд.

Буквы латинского алфавита тоже склонны к групповщине. Первые восемь букв навсегда связали свое имя с шахматами (кто сказал «a4», тот должен сказать и «b4»!), а последние три — x , y , z (икс, игрек, зет) обрели бессмертие на ниве математики, наряду с буквой f (эф), которой в математике обозначают любую функцию, и уже упомянутой i , которая, подобно «е», вышеназванной π , да еще g (ускорение свободного

падения) и безродной космополитке — \hbar , постоянной Планка (которую иногда не-физики называют постоянной Дирака). Но если «е» и π обозначают числа иррациональные, то есть уму непостижимые, g и \hbar обозначают числа рациональные, постижимые умом, то i — это вообще умопомрачительное, подобное призраку, фантому, оборотному числу, которого на самом деле нет, но только пока его не возвели в квадрат! Тут-то оно и заявляет: вот я, я есть! А вообще, латинские буквы заняли весьма внушительные позиции в геометрии: d — диаметр, r — радиус, b — ширина, l — длина, h — высота, p — периметр, s — площадь, v — объем, A , B , C — вершины треугольника и т. д. И конечно, нельзя умолчать о букве t , с которой связаны две, пожалуй, самые важные величины в науке и жизни: время и температура (когда вы ставите градусник под мышку и держите его десять минут, вспомните о $t!$).

Русские буквы весьма честолюбивы и по характеру индивидуальны. Немецкие штучки-дрючки типа q - k - g - q (ку-ка-ре-ку) им не по душе. Многие из них достигли ранга слов, причем не просто примитивных междометий, как «э», но и союзов и предлогов: a , v , i , k , o , c , y , не говоря уже о знаменитой выдвигенке букве «я», ставшей местоимением, да еще каким! Но особенно оригинален характер у буквы «ё»: этой букве свойственно стремление к фракционности, к выделению из алфавита самостоятельных автономных образований типа «ё-ка-лэ-мэ-нэ» или «где ёж». В то же время в науке эта буква ничем себя не прославила, разве что предложением одного изобретателя писать над ней вместо двух точек одну, что обещает, по его словам, экономии одного длинного стержня на каждую шариковую ручку каждые десять лет... Правда, вокруг этой буквы часто кипят страсти, но это тема для отдельной статьи.

На букве «ё» мы и закончим это исследование, замкнув кольцо и вернувшись к началу, ибо предложил ввести в русский язык эту букву не кто иной, как Николай Михайлович Карамзин.

Б.Бейнфест



Художник А.Анно

Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Физика и химия «Кровавой Мэри»

Считается, что коктейль «Кровавая Мэри» придумали в тридцатых годах в одном из парижских ресторанов. Бармен аккуратно налил водку в томатный сок так, что получился двухслойный напиток: выпивка сверху, закуска — снизу. Есть мнение, что название коктейля происходит от прозвища старшей дочери английского короля Генриха VIII — Кровавой Мэри ее прозвали за жестокие казни протестантов.

Со временем рецепт коктейля усложнялся, и сейчас к томатному соку добавляют острый соус вроде аджики, черный перец, соль, лимон и хрен, а уж после этого аккуратно, по ножичку наливают спиртной напиток, так, чтобы он собрался на поверхности сока. В результате получается смесь, богатая как ароматами, так и разнообразными вкусами. Почему она не смешивается, ведь, казалось бы, и сок, и водка — водные растворы различных веществ? Видимо, сказывается различие плотностей: у водки она несколько ниже, чем у воды, а у томатного сока, представляющего собой густой коллоидный раствор, выше. Если не допустить смешения этих двух жидкостей в самом начале процесса, то далее возникнет физико-химическая реакция: обедненная водой водка станет вытягивать ее из сока, сок же будет уплотняться. Это обеспечит сохранение коктейля на время, достаточное для его потребления.

Кроме того, в соке будут идти свои реакции. Во-первых, из него станут выделяться летучие вещества, создавая неповторимый аромат напитка. А во-вторых, компоненты, добавленные в сок, вступят в химические реакции между собой. Поэтому коктейль надо пить быстро после приготовления, и желательно понизить его температуру с помощью льда. В состав коктейля входит и немало полезных веществ. Это антиоксидант ликопин из помидоров, алилизотиоцианат из хрена, аскорбиновая кислота из лимона. Да и сам спирт из водки в малых дозах полезен. Поскольку основной вкус все-таки принадлежит томатному соку, на нем не надо экономить. А какую брать водку, все равно: сок-закуска быстро проследует за ней, и вкусовые рецепторы на нее отреагировать не успеют. Так считает Нейл Да Коста из компании «International Flavors and Fragrances», посвятивший коктейлю специальный доклад на собрании Американского химического общества 29 марта 2011 года.

Кроме традиционной «Кровавой Мэри из сока и водки» есть еще «Кровавый шотландец» (с шотландским виски), «Кровавая гейша» (с sake), «Кровавая Молли» (с ирландским виски) и «Кровавая Марин» (с пивом «Гиннес»). Вероятно, они еще ждут своих исследователей.

С.Анофелес

... при участии российских ученых секвенирован геном картофеля («Nature», 2011, т. 475, № 7355, с. 189—195)...

...классические пульсации геомагнитного поля — результат удара по магнитосфере извне; примерно такой же эффект может вызываться процессами, происходящими в стратосфере во время гроз («Известия РАН. Серия физическая», 2011, т. 75, № 6, с. 881—883)...

...потепление и снижение ледовитости Баренцева моря, отмеченные в первом десятилетии XXI века, по интенсивности и продолжительности сопоставимы с потеплением 1920—30-х гг. («Известия РАН. Серия географическая», 2011, № 3, с. 17—32)...

...температура тела крупных динозавров была такой же, как у современных млекопитающих и птиц, что подтвердило изотопное исследование окаменевших зубов («Science», 2011, т. 333, № 6041, с. 443—445)...

...если частицы округлой формы из проб, собранных в районе Тунгусского события, действительно происходит из тунгусского космического тела, то оно либо состояло из хондритового вещества, либо было кометой («Геохимия», 2011, № 7, с. 675—689)...

...из резиновой крошки изношенных автомобильных шин можно получить активные угли, пригодные для очистки растворов в пищевой промышленности и органическом синтезе («Экология и промышленность России», 2011, № 6, с. 4—5)...

...причиной вымирания 96% морских организмов в конце пермского периода, около 251 млн. лет назад, было столкновение Земли с астероидами («Доклады Академии наук», 2011, т. 438, № 6, с. 777—781)...

...вероятно, во время ледникового максимума геномы митохондрий людей уже функционировали в оптимальном режиме благодаря отбору против неприспособленных к холоду генотипов и возникновению

адаптивных вариантов («Биохимия», 2011, т. 76, № 6, с. 858—863)...

...первопричиной магнитной чувствительности живых организмов могут быть ион-радикальные ферментативные процессы и процессы электронного транспорта («Химическая физика», 2011, т. 30, № 6, с. 78—83)...

...формирование новой памяти обычно не рассматривается как зависимое от существования или исчезновения «старой» памяти, однако при переучивании «старая» память должна быть заблокирована, и для исчезновения ее проявлений необходимо участие NO («Журнал высшей нервной деятельности», 2011, т. 61, № 3, с. 274—280)...

...люди, использующие мобильные телефоны более четырех лет и ежедневно в течение более 30 минут, подвергаются риску потери слуха («Радиационная биология. Радиоэкология», 2011, т. 51, № 3, с. 357—368)...

...засвечивание роговицы глаза пятном излучения ArF-эксимерного лазера с длиной волны 193 нм изменяет ее форму и корректирует зрение на одну диоптрию за пять секунд («Вестник РАН», 2011, т. 81, № 6, с. 561—566)...

...при старении в организме накапливаются D-аминокислоты; так, у 60-летних людей около 8% всей аспарагиновой кислоты находится в D-форме («Нейрохимия», 2011, т. 21, № 2, с. 113—129)...

...определены аллели гормона роста у коров, связанные с более высокой молочной продуктивностью («Генетика», 2011, т. 44, № 6, с. 814—820)...

...в листьях тополей, растущих вблизи автомобильных дорог, изменяется спектр флуоресценции хлорофилла («Оптика атмосферы и океана», 2011, т. 24, № 5, с. 437—440)...

...численность соболя, куницы, лисицы, рыси в Свердловской области после прекращения в середине 90-х годов охотничьего промысла возросла втрое («Экология», 2011, № 3, с. 205—210)...

Художник А. Анно



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Долг и удовольствие

Одни люди рачительно обращаются с деньгами, другие же стремятся тратить как можно больше, влезая в долги. Например, император Нерон терпеть не мог людей скарденных, гордился своим дядей Гаем Калигулой, в считанные годы растратившего огромное наследство Тиберия, и старался во всем ему подражать. Герой бальзаковской «Человеческой комедии» граф де Растиньяк, когда еще был не министром, а легкомысленным парижским повесой, тоже считал, что у истинного аристократа долгов должно быть не просто много, а очень много: тогда кредиторы будут заинтересованы в его долгой и безбедной жизни. Оказывается, эта идея за долгие века не устарела и пользуется немалой популярностью у наших современников. В этом убедились исследователи из Огайского университета во главе с доцентом Рэйчел Дуайер («Social Science Research», 2011, июнь). А изучали они отношение студентов к их долгам.

Долги эти были разделены на две группы. Первая — полезные, а именно кредиты на оплату обучения. Польза в том, что человек вкладывает деньги в свою будущую заработную плату. Вторая — скорее всего, бесполезные, а именно долги по обслуживанию кредитных карт. Конечно, можно предположить, что и эти деньги студент тратит, скажем, на покупку учебников, но житейский опыт подсказывает, что эта точка зрения слишком оптимистична. Скорее они идут на покупку дорогих престижных вещей, обладание которыми делает некоторых молодых людей в их собственных глазах самостоятельными и «взрослыми».

У студентов, которых было более трех тысяч человек, спрашивали, сколько у них долгов и какова их самооценка. Результаты исследователей удивили. Как оказалось, чем больше у человека задолженность по кредитным карточкам, тем выше у него самооценка и чувство самостоятельности. Это понятно — с большими долгами и престижных вещей можно купить побольше. Что же касается образовательных кредитов, то их величина сказывалась аналогичным образом лишь у тех студентов, которые происходили из более состоятельных семей (верхние 25% по уровню дохода): для них поводом для самоуважения была общая сумма долга. Их менее состоятельные коллеги суммой образовательного кредита не гордились — он ведь есть у всех, а вот крупный долг на кредитной карте не каждый может себе позволить. Было тут, правда, исключение: у детей самых богатых родителей сумма долгов никаких положительных чувств не вызывала. Видимо, они и так могли себе позволить покупку дорогих вещей, и те выпадали из числа знаков престижа.

Наибольшую гордость размер долгов вызывает в возрасте 18—27 лет. А в 28 лет наступает отрезвление: в голову приходит мысль, что долги-то надо отдавать, заработная плата же оказывается несколько меньше той, на которую человек рассчитывал во время учебы. С этого времени размер долга, особенно по кредитным картам, уже вызывает не положительные, а отрицательные эмоции.

А. Мотыляев



Искусственная, но не синтетическая

Т.Н.КАЗАКОВОЙ, Москва: *Кориан, он же акриловый или искусственный камень, — облицовочный материал, разработанный фирмой «Дюпон» еще в 1967 году; содержит полиметилметакрилат и тригидрат алюминия.*

В.А.ДЕМЬЯНЕНКО, Новосибирск: *Чтобы притертая пробка не пригорала к шлифу при высокотемпературной перегонке, опытные люди советуют поверх слоя смазки обмотать ее лентой ФУМ (фторопластовый уплотнительный материал) и сверху нанести еще слой смазки.*

С.В.ПЕТРОВСКОЙ, Красноярск: *Если нет специального чистящего средства, то ювелирные украшения с камнями можно чистить мягкой зубной щеткой с мылом, не слишком богатым ароматическими веществами; потемневшее серебро лучше всего отчищать старым добрым способом — порошком мела с несколькими каплями нашатырного спирта.*

М.С.АКИМОВОЙ, Звенигород: *Согласно одной из версий, заклинание «сезам, откройся» в арабских сказках появилось потому, что коробочки сезама, или кунжута, в которых находятся семена, при созревании раскрываются со щелчком.*

Б.Н.ЮГАНОВУ, Архангельск: *В соевых бобах действительно содержатся ингибиторы человеческого трипсина — пищеварительного фермента, расщепляющего белки, однако во время тепловой обработки, неизбежной при изготовлении соевых пищевых продуктов, они инактивируются.*

Л.Д.ЗАЙЦЕВОЙ, Вологда: *Пальмовый сахар джаггери (ягре) получают из сока сахарной пальмы *Arenga pinnata*, которая растет в основном в Юго-Восточной Азии; широко применяется в вегетарианской и экзотической кухне.*

А.В.КАЗЬМИНУ, Санкт-Петербург: *Спасибо за ссылку на статью в «Advanced Materials» о проводящих чернилах с наночастицами серебра, которыми можно рисовать работающие электросхемы прямо на бумаге (doi: 10.1002/adma.201101328); можно ли сделать такие чернила в домашних условиях, не беремся сказать, но отчего бы не попробовать?*

М.З., электронная почта: *Пожалуйста, воздержитесь от кулинарных экспериментов с луковичами нарцисса; что бы ни писали анонимные авторы сайтов, в этих луковичках содержится алкалоид ликорин, вполне способный вызвать отравление.*

Говорят, нет плохой погоды, есть неподходящая одежда. Что надеть в жару, когда все живое спешит укрыться в спасительной тени, у автомобилей закипают двигатели, а горячий воздух, неподвижно висящий над асфальтом, создает почти настоящий мираж — иллюзию мокрой дороги? Хочется чего-то прохладного, легкого, мягкого, не прилипающего к телу. Такая ткань есть, и это вискоза — удивительный и необычный искусственный материал, получаемый из древесной целлюлозы. Вискоза в составе ткани, помечаемая на этикетке символом Vi, придает одежде гигроскопичность, воздухопроницаемость. Рубашки, блузки, платья не электризуются, приятно и мягко скользят по телу, хорошо сидят и относительно недороги.

Вискозой (от лат. viscosus — клейкий, вязкий) называется высоковязкий щелочной раствор ксантогената целлюлозы — щелочной целлюлозы, обработанной дисульфидом углерода. Древесную хвойную еловую или сосновую щепу варят в растворе бисульфита кальция под давлением при температуре около 140 С. Реже используется древесина лиственных пород — березы, осины, бука. Затем ее помещают в концентрированный раствор едкого натра. Набухшую массу отжимают, измельчают для увеличения поверхности взаимодействия, обрабатывают сероуглеродом. Образующийся ксантогенат целлюлозы растворяют в слабом щелочном растворе и некоторое время выдерживают на воздухе. Вискоза приобретает необходимую вязкость, как говорят, созревает.

Вискозное волокно получают, пропуская под давлением в несколько атмосфер раствор ксантогената через фильеры — крошечные отверстия размером чуть меньше десятой доли миллиметра — в осадительную кислотную ванну. Ксантогенат под действием кислоты разлагается, и образуется новое вещество — гидратцеллюлоза. Ее струйки быстро затвердевают и превращаются в тончайшие ниточки. Их объединяют в одну нить, вытягивают, скручивают, промывают для удаления остатков кислоты, десульфатируют, чтобы растворить серу, оставшуюся на нитях, отбеливают, промасливают для придания мягкости и пушистости, сушат и наматывают на бобины. Так получается единая длинная нить. В смесовых тканях, трикотаже, нетканых материалах используется вискозное штапельное волокно. Штапель (от нем. Stapel — волокно) — отрезок волокна длиной от 4 до 15 см. Пучок или жгут сложенных вместе ниточек вискозы, число которых может доходить до сотни тысяч, разрезают на резальной машине. Длину и толщину штапеля выбирают в зависимости от того, в смеси с каким волокном — хлопковым, льняным, шерстяным, синтетическим — будет использоваться вискоза.

Если раствор вискозы пропустить через фильеры не круглой формы, а узкой прямоугольной, получится тонкая прозрачная водонепроницаемая пленка — целлофан (целлюлоза и греч. rhanos — светлый). Целлофан — это дешевый упаковочный материал для парфюмерии, цветов, кондитерских изделий, жирных мясных и молочных продуктов. Чтобы повысить прочность и эластичность целлофана, его пластифицируют — опускают в ванну с глицерином. Упаковочный целлофан содержит около 15% глицерина.

Промышленное производство вискозного волокна началось в Англии в 1892 году, хотя процесс получения гидратцеллюлозы из раствора ксантогената был описан почти за 50 лет до того. В 1909 году во Франции был запатентован целлофан, удививший мир: красивую, шелковистую, прозрачную, похожую на ткань пленку делали из древесных опилок и обрезков бумаги. В СССР производство вискозных волокон началось в 1927 году сразу на нескольких комбинатах — в Клину, Ленинграде, Мытищах.

Вискоза — прекрасный материал для одежды, в том числе детской: мягкая, гладкая, шелковистая, матовая или слегка бле-



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

стяжая, прохладная на ощупь. Она легко окрашивается красителями для натуральных волокон. Необычность и уникальность вискозы в том, что в зависимости от толщины, блеска, степени и характера скрутки нитей она может великолепно имитировать хлопок, шерсть, лен и даже дорогие «выходные» ткани — шелк, бархат, атлас, жаккард. В смеси с натуральными

и синтетическими волокнами вискоза улучшает их свойства: лен становится мягче, шерсть пушистее и нежнее, хлопок прочнее. Вискозные ткани хорошо гладятся, но и быстро мнутся. Недостаток вискозы — малая прочность в мокром виде. Поэтому стирать одежду из вискозы надо аккуратно и не выкручивать при отжимании.

Из вискозы делают искусственную кожу

— кирзу, технические ремни и ленты, кордовую нить.

По своей природе вискоза — химическое искусственное волокно, которое изготавливают из природного сырья. Поэтому ее и называют самой натуральной среди искусственных и самой искусственной среди натуральных.

М. Демина



Из зерна в пробирку

В конце июня в Московской сельскохозяйственной академии имени К.А.Тимирязева прошла летняя школа «Биотехнологии в селекции и генетике растений (AgroBioTech-2011)». В программу вошли не только лекции и семинары, но и лабораторные занятия. Практикум по работе с культурами растительных клеток и тканей провела профессор кафедры генетики и биотехнологии Е.А.Калашникова.

Простейшее задание: удалить зародыш из семени, например, кукурузы и вырастить из него растение. Такая задача часто стоит перед селекционером и связана с тем, что гибридное зерно может развиваться плохо, поскольку потоки питательных веществ между зародышем и эндоспермом не всегда бывают сбалансированными.

Главные инструменты в студенческой лаборатории — пропаренный в автоклаве глянцевый журнал, скальпель, пинцет, пробирки и зажималка (фото 1). А вся работа идет в боксе, простерилизованном ультрафиолетовой лампой.

Перед началом работы семена надо размочить, а потом продезинфицировать (фото 2), например, раствором сулемы: соединения ртути убивают все бактерии и грибки. Сулема считается вредным препаратом, поэтому за рубежом применяют гипохлорит натрия. У нас это дорогое удовольствие, у нас же есть бытовой дешевый препарат «Белизна». Без такой жесткой обработки не обойтись: питательная среда одноклеточным нравится не меньше, чем высшим растениям.

Пинцет (фото 3) и скальпель стерилизуют огнем и раскладывают на стерильных листках бумаги. Для стерилизации используют спиртовку или обычную зажималку, благо она всегда имеется в кармане у доброй половины студентов. Ни во время, ни после обработки огнем инструмент из бокса вынимать нельзя, иначе опыт сорвется.

Теперь семя извлекают из дезинфицирующего раствора (фото 4), раскладывают на бумаге и пытаются скальпелем отделить зародыш (фото 5). Зародыш поддается, и его вдавливают в питательную среду на дне пробирки (фото 6). Края пробирки перед этим тоже обработали огнем. Затем ее запечатывают обычной пленкой для заворачивания бутербродов (фото 7).



Пробирки с зародышами отправляют в специальную комнату, где поддерживаются температура и световой режим, оптимальные для выращивания (фото 8).

С. Комаров

