

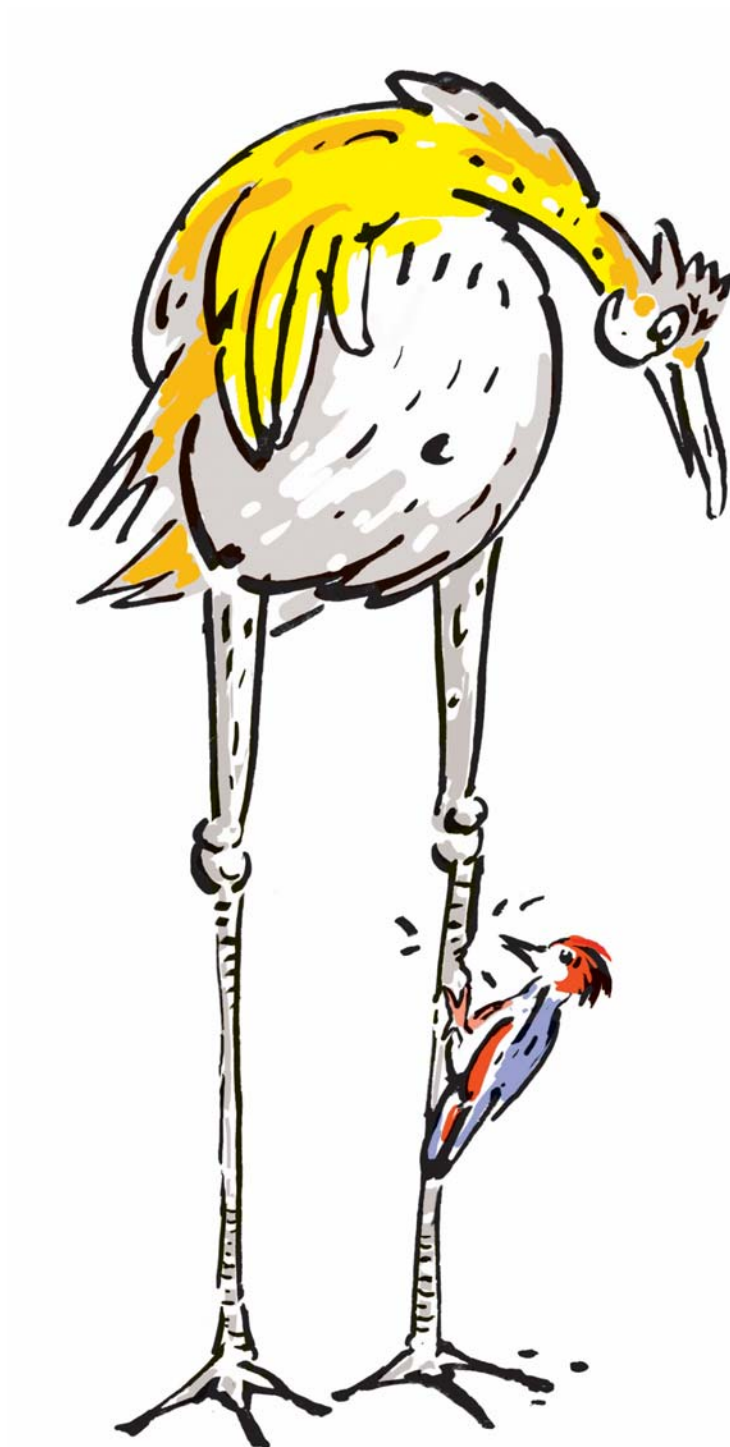


Ж

3

2009

ЖИЗНИ И ВМЕСТЕ







Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

3
2009

Дорогие читатели!

В очередной раз обстоятельства предлагают нам затянуть пояса. И хотя дырочек на ремне уже не осталось, придется проделывать новые, поскольку экономический кризис коснулся и нашего журнала, как, впрочем, и всего издательского дела. Бумага дорожает от месяца к месяцу, растут в цене полиграфические услуги, расходы на доставку. Набор решений, противодействующих кризису, у нас невелик, и все они для нас неприятны. Но ими придется воспользоваться, чтобы сохранить журнал и периодичность его выхода. Это позволит нам экономнее распорядиться деньгами, которые вы заплатили за подписку на журнал.

Итак, начиная с этого номера, мы несколько сократили объем (на 8 страниц), уменьшили количество цветных иллюстраций. В этом году будут выходить и полностью черно-белые номера. Тем не менее каждый из вас, у кого есть доступ в Интернет, сможет посмотреть цветную версию журнала. Для этого пришлите в редакцию запрос по адресу redaktor@hij.ru. В свою очередь мы вышлем вам ссылку, по которой вы сможете найти в Интернете полную цветную версию «Химии и жизни». Она будет доступна только подписчикам. Поэтому в письме не забудьте указать ваше полное имя и адрес, по которому вы получаете журнал. Это поможет нам свериться с базой подписчиков.

Мы не знаем, сколько продлится кризис — как оказалось, экономические прогнозы не работают. Но наше дело — выпускать «Химию и жизнь» и сохранить этот журнал для всех наших читателей. Этим мы и будем заниматься.

На самом деле все не так плохо. Поэтому подписывайтесь на «Химию и жизнь», как обычно, и вы будете получать журнал.

Спасибо за понимание и поддержку.

Главный редактор
Любовь Стрельникова



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —

картина Арнольда Беклина «Пара Панов на рыбной ловле».

Изменения в пищевом рационе древних людей, расселяющихся по планете, сопровождалось изменениями в геноме человека.

Об этом читайте в статье «Генетика Дня восьмого».



Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег. ЭЛ № 77-8479

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л. Н. Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е. В. Клещенко
Ответственный секретарь
М. Б. Литвинов
Главный художник
А. В. Астрин

Редакторы и обозреватели

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

Технические рисунки

Р. Г. Бикмухаметова

Подписано в печать 3.3.2009

Адрес редакции:

125047 Москва, Миусская пл., 9, стр. 1

Телефон для справок:

8 (499) 978-87-63

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

<http://www.hij.ru>;

<http://www.informnauka.ru>

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

Содержание

Информнаука

МОСКОВСКОМУ БАНКУ СТЕЛОВЫХ КЛЕТОК 5 ЛЕТ	3
НОВЫЙ ИСТОЧНИК СТЕЛОВЫХ КЛЕТОК	3

Проблемы и методы науки

СОЛНЦЕ И СОЦИУМ. Б.М.Владимирский	4
---	---

Эксперимент

ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ, ИЛИ КОЕ-ЧТО ИЗ ЖИЗНИ ЦИАНОБАКТЕРИИ. Е.Котина	10
---	----

Проблемы и методы науки

ГЕНЕТИКА ДНЯ ВОСЬМОГО. Е.Клещенко	14
КАК УБИТЬ БЕССМЕРТНУЮ КЛЕТКУ. Д.Ю.Блохин	20

Технологии

ОПУХОЛИ В КОЛБЕ. Т.С.Демина	26
-----------------------------------	----

Дискуссии

РАК — НАРУШЕНИЕ МЕТАБОЛИЗМА? Лорен Шварц	29
--	----

Информнаука

АЛЬТЕРНАТИВА ТЕПЛОВЫМ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМ	30
РАСТВОРИТЬ НЕРАСТВОРИМОЕ	30
ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ ЖИВОТНОВОДСТВА	31
ГИГАНТСКИМ УСТРИЦАМ НЕ НРАВИТСЯ В ЧЕРНОМ МОРЕ	31

Вещи и вещества

БЕЛОМОРСКИЕ РОГУЛЬКИ. Е.М.Гурвич, О.Быстрова	32
--	----

Технологии

ВКУС ЗИМНЕГО ЯБЛОКА. Э.М.Спектор	36
--	----

Книги

ПЕГНИОХИМИЯ, ИЛИ О ХИМИИ С УЛЫБКОЙ. А.Ю.Рулев, М.Г.Воронков	40
ВЫ ПИШИТЕ, ВАМ ЗАЧТЕТСЯ!	41

Дискуссии

ВЗЛЕТ И ПАДЕНИЕ СОВЕТСКОЙ НАУКИ. С.В.Багоцкий	44
---	----

Размышления

ХИМИКИ И ФУТБОЛИСТЫ: ЧТО МЕЖДУ НИМИ ОБЩЕГО? И.И.Гольдфаин	48
---	----

Вещи и вещества

ОГОНЬ БЕЗ СПИЧЕК И ЗАЖИГАЛОК. И.А.Леенсон	50
---	----

Фантастика

КОЛОБОК И ДРУГИЕ. Виктор Папков	56
---------------------------------------	----

Непростые ответы на простые вопросы

ЧЕЧЕВИЦА. Н.Ручкина	60
---------------------------	----

Материалы нашего мира

НИТКА ПРОЧНЕЕ КАНАТА. М.Демина	64
--------------------------------------	----

ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	9	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	38, 53, 54, 55, 59	ПИШУТ, ЧТО...	62
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	18	ПЕРЕПИСКА	64
КНИГИ	39		



СОБЫТИЕ

Московскому банку стволовых клеток 5 лет



Банк стволовых клеток — Гемабанк, открытый в Москве, отметил свой первый юбилей. Гемабанк был создан на базе Российского онкоцентра, где работают над трансплантацией клеток. За эти годы он превратился в международную биотехнологическую компанию, занимающуюся не только хранением стволовых клеток, но и научными исследованиями в области клеточных технологий, разработкой новейших препаратов для лечения опасных заболеваний (bmg@gemabank.ru).

У Гемабанка более пяти тысяч клиентов. «Те, кто доверил нам хранить пуповинную кровь своих детей, могут быть уверены в полной безопасности образцов, — говорит А.А.Исаев, директор Института стволовых клеток человека. — В 2008 году мы открыли новые лабораторию и хранилище. Серьезный банк стволовых клеток должен иметь резервное хранилище, теперь оно у нас есть».

Как могут использоваться на практике стволовые клетки? По словам директора Гемабанка А.В.Приходько, в мире делается около 20 тыс. трансплантаций кроветворных стволовых клеток в год. Из них в Европе 8000 приходится на долю трансплантаций от доноров, 900 — трансплантации кроветворных стволовых клеток из пуповинной крови. Это много или мало? Трудно сказать. Важно, что количество это с каждым годом растет. В России, отметил он, с 1997 года было сделано всего двенадцать трансплантаций стволовых клеток из пуповинной крови. Из них семь трансплантаций было безусловно удачными. Одна — с использованием образца пуповинной крови из Гемабанка. Эта уникальная операция спасла жизнь ребенку со смертельным диагнозом — нейробластомой 4-й степени. «Надо добиться, чтобы сохранение стволовых

клеток стало государственной программой», — убежден А.Приходько.

В лаборатории клеточных технологий Института стволовых клеток человека, которую возглавляет С.Л.Киселев, совместно с РАН разработана технология получения и сохранения эндотелиоцитов из пупочного канатика. Из них ученые смогли сформировать трехмерные сосудоподобные структуры. Эта методика имеет огромное значение для лечения сосудистых заболеваний. Еще сотрудникам лаборатории удалось вырастить из стволовых клеток зачаток глаза — многообещающее открытие. В случае успеха в будущем с помощью стволовых клеток можно будет восстанавливать поврежденную сетчатку глаза, возвращая людям зрение. Кстати, для исследований и практического использования в лаборатории есть 12 линий эмбриональных стволовых клеток, всего же их в РФ — 13.

ЦИТОЛОГИЯ

Новый источник стволовых клеток

Мезенхимальные стволовые клетки, используемые при клеточной терапии, обнаружены практически во всех тканях. Ученые ищут способ их получения наименее травматичным для пациента путем. Сотрудники НЦ акушерства, гинекологии и перинатологии им. В.И.Кулакова и Института молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН обнаружили мезенхимальные стволовые клетки в менструальной крови. Это один из самых доступных источников таких клеток (abelyavs@yahoo.com).

Менструальная кровь содержит кусочки эндометрия — ткани, которая выстилает матку. Из нее развиваются некоторые внезародышевые органы, в частности плацента. В отсутствие беременности эндометрий отделяется при кровотечении и выводится из организма. Поскольку он каждый месяц образуется заново, то содержание

в нем стволовых клеток вполне естественно.

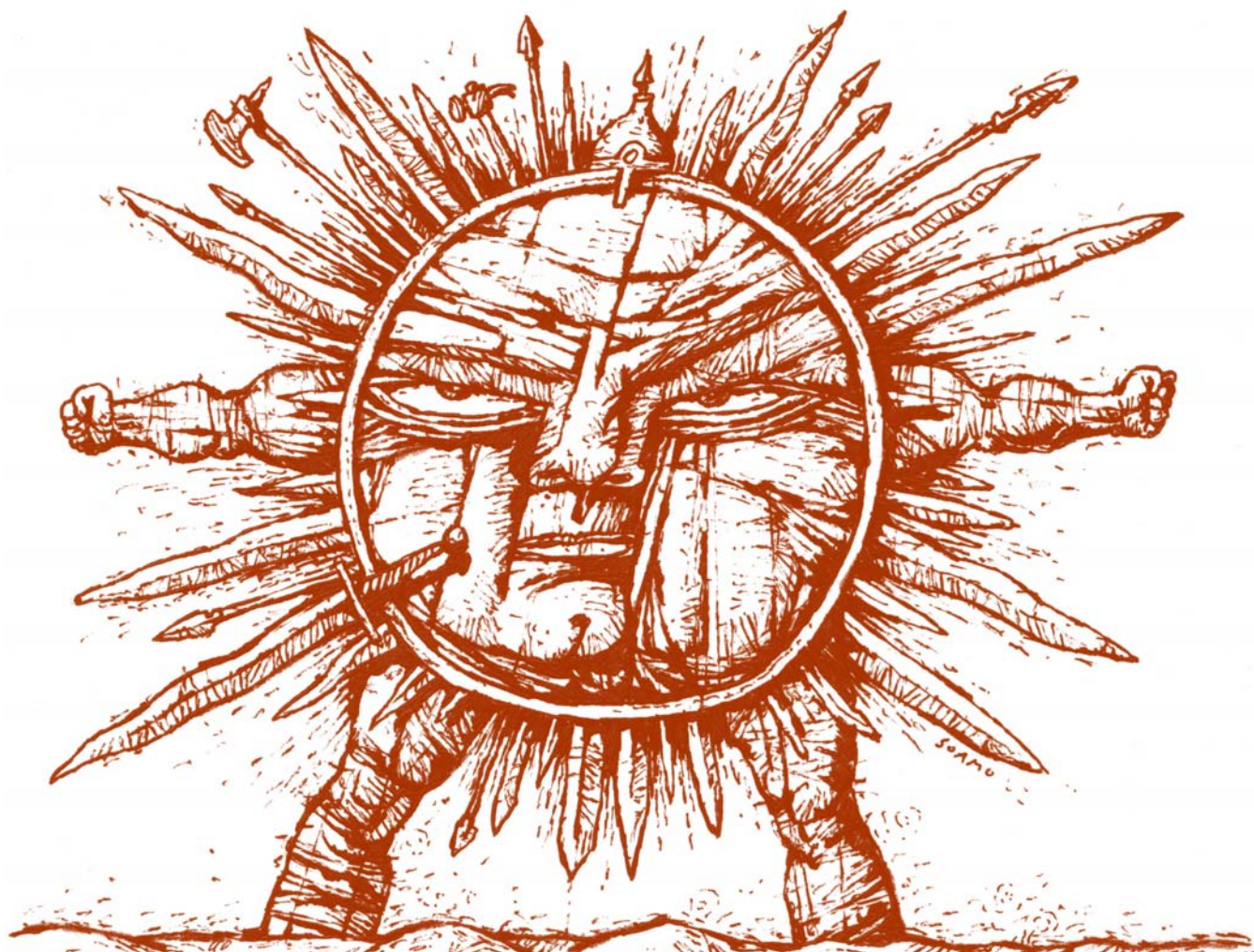
Впервые стволовые клетки эндометрия в биоптатах матки зафиксировали в 2007 году японские ученые. В том же году американские специалисты получили их из менструальной крови. Теперь такую возможность подтвердили российские исследователи. Они использовали донорскую кровь десяти здоровых женщин-добровольцев в возрасте 25—45 лет. Было получено тридцать образцов, за которыми наблюдали в течение четырех лет.

Способность клеток к росту в условиях культуры и собственно наличие их в менструальной крови зависели от состояния организма женщины в течение предшествующего месяца. Например, если женщина была простужена или перенесла стресс, выделить из ее крови стволовые клетки эндометрия удавалось не всегда, а полученные клетки росли в культуре гораздо медленнее. Заметно отличаются образцы и в зависимости от возраста пациенток. Культуру клеток, выделенных у доноров старше 40 лет, не удавалось поддерживать дольше 15—18 месяцев, тогда как клетки от доноров до 30 лет культивировали в течение четырех лет и более.

В целом образцы мезенхимальных стволовых клеток эндометрия делились со скоростью, сопоставимой с наблюдаемой у аналогичных клеток жировой ткани и кожи, и значительно быстрее, чем у клеток пуповинной крови и костного мозга.

Сравнивая стволовые клетки из разных источников, исследователи обнаружили, что клетки эндометрия плохо дифференцируются в адипоциты — клетки жировой ткани, но не хуже других — в остеобласты и клетки кости.

Менструальная кровь может стать одним из самых доступных источников мезенхимальных стволовых клеток — при их получении донор абсолютно не страдает, отмечают авторы исследования.



Художник В. Камаев

Солнце и социум

Доктор физико-математических наук
Б.М.Владимирский

Теперь не так трудно согласиться с тем, что космические эффекты могут проявляться в психическом состоянии, творческой активности и в социальных процессах.

С.Э.Шноль. Герои и злодеи российской науки

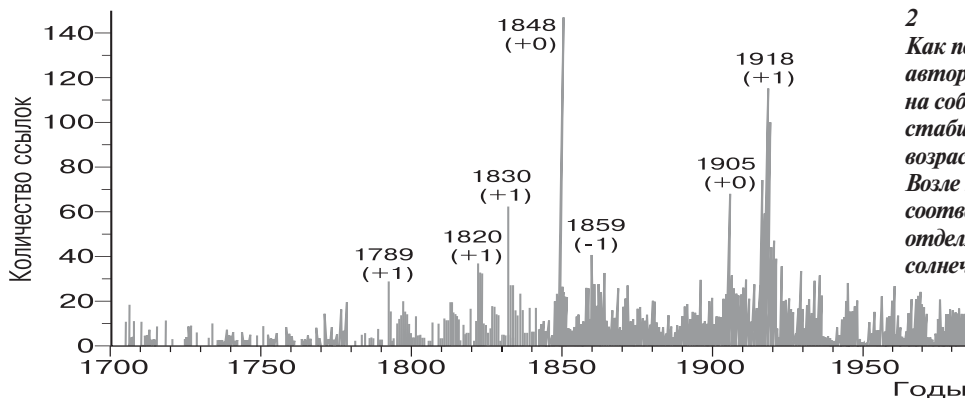
Физика и история

Сложилось так, что логика развития гелиобиологии оказалась прямо противоположной естественному, казалось бы, ходу событий: А.Л.Чижевский сначала убедился в том, что космическая погода воздействует на социальные процессы, а потом стал искать сходные закономерности в медико-биологических явлениях. Он обнаружил, что относительно легко выделяемые в историческом материале массовые психические эпидемии приходятся преимущественно на эпохи максимумов солнечной активности. Революции он рассматривал именно как следствия помрачения рассудка большого числа

людей и безоговорочно причислял к тем же эпидемиям. Надо заметить, что общая идея о связи социальных процессов с космической погодой в начале XX века буквально носилась в воздухе. В своей публикации «Физические факторы исторического процесса» (Калуга, 1924) А.Л.Чижевский ссылается на множество своих единомышленников-предшественников: от ученика Камилля Фламариона аббата Тома Морэ до знакомых ему лично Д.О.Святского, В.М.Бехтерева, П.П.Лазарева. К этому списку можно добавить и знаменитого поэта Велимира Хлебникова, мистика и биофизика А.В.Барченко, этнографа и писателя В.И.Анучина. Бесспорная заслуга Чижевского в том, что для доказательства реальности явления он применил к колоссальному по объему материалу статистический подход.

Александр Леонидович, видимо, не ожидал, что идейная оппозиция его результатам окажется такой жесткой, и не думал о своей личной безопасности. Все же в своей следующей публикации «Фактор, способствующий возникновению и распространению массовых психозов» («Русско-немецкий медицинский журнал», 1928, № 3; эту работу не просто найти, но ее недавно перепечатал с сокращениями журнал «Геополитика и экогеодинамика регионов», 2007, т. 3, № 1) он исключил из рассмотрения революции. Кажется, это помогло только отча-

Окончание, начало см. в журнале «Химия и жизнь» № 1 за 2009 год



2

Как показывает анализ восемнадцати наиболее авторитетных источников по истории, число ссылок на события, определяемые как «нарушение социальной стабильности снизу» в период 1698—1985 годов, резко возрастает в годы максимума солнечной активности. Возле каждого пика указан год, которому он соответствует, а в скобках — количество лет, отделяющих этот год от ближайшего максимума солнечной активности (С.Эртель, 1996)



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

сти: полемика по поводу «Физических факторов» приобрела характер травли. Апогей был достигнут в середине 30-х годов, когда в газете «Правда» работа была охарактеризована как «бред или завуалированная контрреволюция». В архиве Чижевского сохранилось покойное письмо, где он объясняет свои «ошибки» недостаточным знакомством с историческим материализмом... Важно отметить, что в обвинительном заключении по «делу Чижевского» (арест в 1942 году) крамольная книга фигурирует в явном виде, а ее экземпляр числится среди вещественных доказательств (хотя формально Чижевского обвиняли в «контрреволюционной клевете»).

«Физические факторы» были изъяты из библиотек, похоже, еще до ареста автора. Более полувека доступ к этому тексту имели только особо доверенные люди. А заключительный аккорд прозвучал, когда Александр Леонидович пребывал уже на пороге вечности: скандальная статья «Темные пятна» в журнале «Партийная жизнь» за декабрь 1964 года.

С отменой цензуры «Физические факторы» были сразу же изданы вновь (первым это сделал журнал «Химия и жизнь» — в трех первых номерах 1990 года). Появились и рецензии. Поразительно, но в оценке сути этой работы, кажется, ничего не изменилось. В самом читаемом журнале перестроечного СССР — «Новом мире» тон обсуждения вполне благожелательный, но вердикт беспощаден: «интеллектуальная игра по собственным правилам, в которую при большом желании нетрудно выиграть».

И наконец, еще одно удивительное обстоятельство. Молодой автор «Физических факторов», оказывается, ясно понимал, на какую идеологическую твердыню посягала его работа. На странице 6 этой брошюры читаем: «Вера в метафизический догмат о свободе воли служит одной из главных причин, тормозящих объективное исследование истории». Толь-

ко в наши дни, когда достигнуто понимание того, как много в поведении человека чисто биологического, как много значит в его жизни «прошитые» в нервной системе поведенческие программы, включаемые различными внешними сигналами — в том числе экологическими, только в рамках новой концепции человека как неотъемлемого элемента биосферы упомянутый догмат теряет свою силу. Но тогда вопрос о вмешательстве космических агентов в социальные процессы превращается в гипотезу, подлежащую проверке объективными, точными наблюдениями.

Количественная проверка

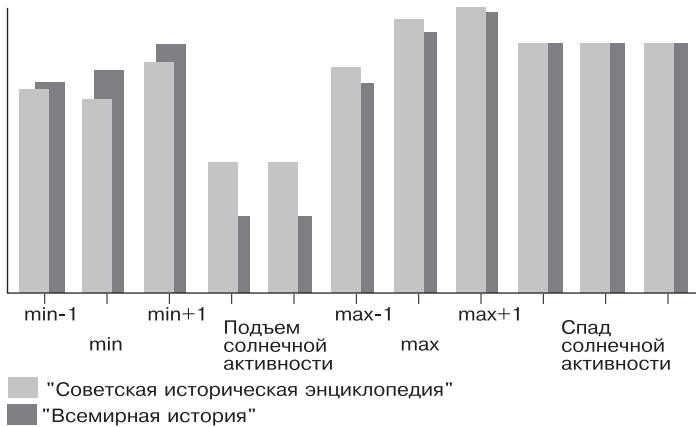
Слабые места самой первой в мире серьезной историометрической работы сейчас хорошо заметны. Например, субъективизм в отборе дат событий, для которых далее Чижевский определял их близость к максимумам — минимумам солнечной активности. А.А.Путилов, автор самой первой отечественной работы, проверявшей результат Александра Леонидовича (опубликована в 1992 году в журнале «Биофизика»), в одном из вариантов анализа вообще обошелся без какого-либо отбора. Он предполагал, что в «стандартные» хронологические таблицы исторических трактатов и энциклопедий попадают даты событий вообще чем-то значительных. Поэтому если анализировать данные без отбора, «навалом», то частоту их следования можно рассматривать как меру интенсивности общественной жизни. При таком подходе надо просто определить совпадают ли «сгущения» (или «разрежения») в частоте следования дат с экстремальными точками 11-летнего цикла солнечной активности. В качестве исходного материала использовались даты исторических событий из хронологических таблиц «Советской исторической энциклопедии» и «Всемирной истории» за период 1698—1963 годов, соответственно 13 тысяч и 4,6 тысяч дат. Далее применялся метод наложения эпох, где в качестве реперов использовались годы максимумов и минимумов чисел Вольфа, взятые из соответствующих справочников. Результат показан на рис. 1.

Видно, что в эпоху максимума интенсивность общественной жизни статистически значимо ($P < 0,001$) возрастает. Но именно таков был результат в «Физических факторах» (другие варианты обработки в работе А.А.Путилова также дали результаты, согласующиеся с выводами Чижевского).

Что касается связи с космической погодой революций, то наиболее обстоятельное и аккуратное исследование сделал в 1996 году германский психолог С.Эртель (рис. 2).

Он начал с составления специального терминологического словаря, где фигурировали все слова, характеризующие «нарушение социальной стабильности снизу» (на двух языках: немецком и английском). Далее из 18 наиболее авторитетных в мире исторических источников были выбраны даты всех тех событий, которые определялись терминами упомянутого словаря.

Просмотр источников проводила бригада студентов, которой динамика солнечной активности не была известна. Число ссылок, упоминавших данное событие, могло служить мерой его исторической значимости. Всего за 1698—1985 годы



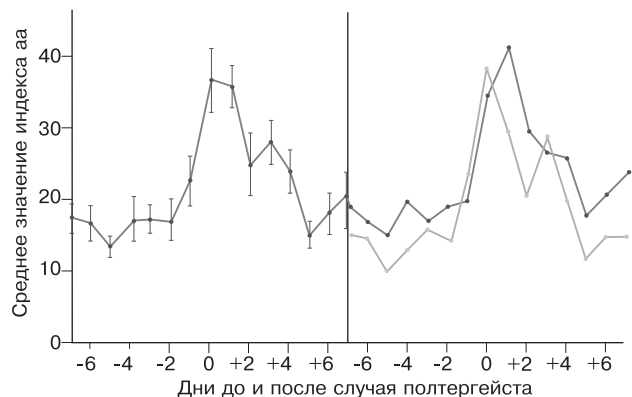
1

«Сгущения» исторических событий, выявленные по частоте следования дат за период 1698—1963 год, свидетельствует, что в годы максимума солнечной активности люди действуют более активно, нежели в предшествующие годы (А.А.Путилов, «Биофизика», 1992, т. 37, □ 4)

было выделено 2101 событие. На рис. 2 показано суммарное число ссылок за каждый год для всего анализируемого интервала времени.

Для семи наиболее выдающихся пиков указан год и рассогласование его (в годах) с прилежащим максимумом солнечной активности. Автор отмечает, что некоторые события наступали синхронно в далеко отстоящих друг от друга регионах. Следующий шаг — определение с помощью некоторого математического приема среднего «рассогласования» дат выделенных событий с максимумами солнечной активности параллельно с подсчетом статистической значимости этого «рассогласования». Оказалось, что «нарушения социальной стабильности снизу» практически совпадают с годами максимумов, — результат, тождественный с заключением А.Л.Чижевского. Заключительный этап работы — оценка вероятности получить итоговый результат случайно. Метод «перемешивания» (рандомизации) дает надежность $P < 0,001$. Эта, несомненно, выдающаяся работа, опубликованная в журнале «Studia psychologica», 1996, т.38, № 1/2, с. 3—22), не вызвала заметного отклика, в частности, не была прореферирована ни в одном из читаемых научно-популярных журналов.

При проверке заключений Александра Леонидовича никто из авторов не углублялся в прошлое далее XVIII века — из-за отсутствия надежных и подробных данных о солнечной активности в те дальние эпохи (экстраполяция, которую применял Чижевский, сейчас — увы! — не может считаться корректной). Эту работу недавно проделал профессор М.Микулецкий из Словакии. Он использовал ряд реставрированных чисел Вольфа до II века до н. э. и показал, что мировая «революционная активность» следует еще и 500-летнему циклу. Ближайший максимум пришелся на эпоху европейских революций в середине тридцатых годов XIX века.



3

Для того чтобы проверить воспроизводимость полученных данных, Персинджер построил два графика. Слева — изменения индекса геомагнитной активности aa для всех хорошо документированных случаев полтергейста за 1900—1967 годы (0 соответствует дню события), а справа — отдельно для событий первой трети и середины века (Л.Георхарт, М.Персинджер, «Perceptual and Motor Skills», 1986, т. 62, с.463)

Открытые закономерности продолжают действовать и сейчас. Бесспорно выдающееся событие конца XX века — распад СССР — отстоит от максимума солнечной активности 1989 года на величину совсем небольшую. Ближайший будущий максимум активности — около 2012 года.

Размеры статьи не позволяют остановиться на различных косвенных аргументах, которые свидетельствуют о справедливости соображений, изложенных в «Физических факторах». Отметим только, что космические ритмы 11 лет, 22 года и по-

Ритм истории-XX

Когда речь заходит о связи событий на Солнце с событиями на Земле, всех интересует предсказательная сила гипотезы, а именно ответ на вопрос: чего нам ждать от 2012 года?

Некоторые выводы можно сделать, построив соответствующие зависимости для событий XX века, благо многие не только помнят о них, но и принимали непосредственное участие. Чтобы не заставлять читателя листать энциклопедии, мы составили список дат более-менее значимых (которые сумели вспомнить) политических событий последнего столетия и сопоставили с данными о числе Вольфа (взяты с сайта [ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SUNSPOT_NUMBERS/](http://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SUNSPOT_NUMBERS/)). Из полученных графиков сразу же становится понятна причина затруднений, возникающих перед исследователями, которые работают в этой области: корреляция хорошо заметна лишь для половины циклов. Объяснений может быть три. 1 — список событий неполон и плохо обработан. Нужна статистическая обработка, о корректности которой сразу же начнутся споры. 2 — явление не существует как таковое. В этом случае, однако, надо объяснить, с какими несолнечными факторами связано наличие корреляции в половине циклов, что сделать не просто. 3 — числа Вольфа — не всегда правильно отражают одновременные изменения того самого, настоящего, фактора, способного так воздействовать на психику больших масс людей, что у истории появляются ритмы. Одним из подозреваемых оказывается напряженность межпланетного магнитного поля, которая для двух последних циклов гораздо выше, чем за предыдущий период наблюдений, проводимых с 1973 года.

Впрочем, поскольку данные о наблюдениях Солнца в изобилии раскиданы по Всемирной паутине, каждый желающий может заняться собственными сопоставлениями и в результате, возможно, приблизится к разгадке тайны.

XIV цикл

1904 — Русско-японская война
1905 — распад Швеции
1905 — революция в России, Иране
1905 — революционный подъем в Индии
1906 — революция в Турции
1910 — революция в Португалии
1910 — гражданская война в Мексике
1911 — революция в Китае
1912 — оккупация Никарагуа

XV цикл

1914 — Первая мировая война
1914 — вторжение войск США в Мексику
1916 — Ирландское восстание
1917 — 2 революции в России
1918 — революции в Германии, Австро-Венгрии, Венгрии
1918 — новый этап в борьбе за освобождение Индии
1918 — гражданская война и интер-

венция на территории Российской империи

1919 — революции в Афганистане, Турции
1919 — восстание в Египте
1919 — освобождение Ирландии
1920 — восстание в Иране
1921 — гражданская война в Ирландии
1921 — восстание в Египте
1921 — революция в Монголии
1922 — Поход Муссолини на Рим
1923 — Пивной путч Гитлера

XVI цикл

1925 — революция в Китае
1926 — переворот в Португалии
1926 — движение С.Сандино в Никарагуа
1926 — восстание на Яве и Суматре
1927 — гражданская война в Китае
1929 — крах фондовой биржи в США
1932 — восстание в Корее, Сальвадоре

XVII цикл

1936 — гражданская война в Испании
1937 — пик репрессий в СССР
1938 — разгром японцев у озера Хасан
1938 — раздел Чехословакии и аншлюс Австрии
1939 — Финская война
1939 — Разгром японцев под Халхин-Голом
1939 — разгром Польши немцами
1941 — война в Югославии
1941 — Великая Отечественная война
1942 — разгром немцев под Москвой
1943 — разгром немцев под Сталинградом, на Курской дуге
1944 — восстание в Варшаве
1944 — революция в Гватемале

XVIII цикл

1945 — взятие Берлина
1945 — восстание в Праге
1945 — франко-вьетнамская война
1945 — англо-голландская агрессия в Индонезии
1946 — народная республика в Болгарии
1946 — гражданская война в Китае
1947 — народная республика в Румынии
1947 — народная республика в Польше
1947 — независимость Индии
1948 — народно-демократическая республика в Чехословакии
1948 — арабо-израильская война
1948 — независимость Цейлона
1949 — народная республика в Венгрии
1949 — образование НАТО и СЭВ
1949 — независимость Вьетнама
1950 — интервенция в Корею
1950 — подъем революционно движения в Иране

XIX цикл

1950 — революция в Китае
1952 — революция в Египте
1953 — пик «охоты на ведьм» в США
1954 — восстание в Алжире
1954 — переворот в Гватемале
1955 — гражданская война в Судане
1956 — агрессия против Египта
1956 — волнения в Польше
1956 — восстание в Венгрии
1956 — восстание на Кубе
1956 — война на Ближнем Востоке
1957 — падение Четвертой республики во Франции
1958 — восстание в Ливии
1958 — революция в Ираке

добные им замечены в психиатрии, при анализе статистики уголовной преступности, динамики религиозных переживаний, военной активности. Ограничимся одним экзотическим примером.

Давно установлено, что космическая погода влияет на частоту следования суицидов (ссылки на ранние работы есть у Чижевского). Столь же давно известно, что один из типов боевиков-террористов — скрытый самоубийца. Если космическая ритмика присутствует в самоубийствах, вполне вероятно, что та же ритмика может быть обнаружена в террористической статистике. Недавно это предположение было проверено в Таврическом университете им. В.И.Вернадского с использованием Интернет-каталога мировой террористической активности. Оказалось, что все основные биологические ритмы, известные из соответствующей литературы, действительно присутствуют в этом показателе, включая кэррингтоновский период вращения Солнца 27 суток, его гармонику и субгармонику. Более того, диагностический космофизический признак, сопутствующий совершению теракта и суицида, обнаружил явную аналогию: повышенная геомагнитная активность за несколько суток предшествует тому и другому. Эти данные, если вдуматься, поразительны: ведь исходная информация здесь должна быть предельно зашумлена, даже замаскирована.

Космическая погода и социодинамика культуры

Изложенное выше могло бы создать у читателя впечатление, что вариации космической погоды связаны с самыми мрачными проявлениями социальной патологии. Это определено неверно. На самом деле космическая погода так или иначе



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

касается самых разных сторон жизни. Нижеследующий забавный пример хорошо иллюстрирует это.

Многие конечно, слышали о так называемом полтергейсте (по-немецки. — «шумный дух», у нас обычно — «барабашка»). Эти загадочные происшествия обросли множеством мифов и легенд. Известный канадский нейрофизиолог М.Персинджер проанализировал небольшой каталог документированных событий такого рода в связи с вариациями геомагнитной активности (индекс aa , который он использовал, принципиально отличается от классического индекса A_p). Результат применения метода наложения эпох, где в качестве нулевого дня взята дата начала происшествия, показан на рис. 3.

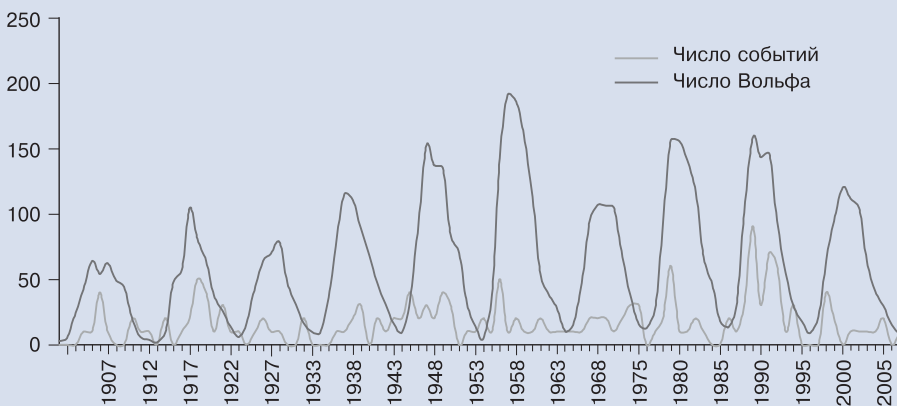
Как видно, эпизоды полтергейста совпадают с магнитными бурями. В микроколлективе, где поселяется «шумный дух», всегда находится человек, подозрительно хорошо осведомленный обо всех деталях события. Очевидно, именно он и дурчит окружающих, получая от этого ни с чем не сравнимое наслаждение. Получается, что электромагнитное возмущение и включает у этого человека, находящегося в пограничном состоянии, данную поведенческую программу.

1959 — восстание хуту в Руанде
1960 — год независимости Африки
1961 — восстание в Луанде
1961 — возведение Берлинской стены
1962 — революция на Кубе
1963 — переворот в Ираке
1964 — война во Вьетнаме
XX цикл
1965 — переворот в Индонезии
1966 — культурная революция в Китае
1967 — война на Ближнем Востоке
1967 — переворот в Греции
1968 — волнения во Франции, Италии
1968 — восстание в Чехословакии
1970 — революция в Чили
1970 — волнения в Польше
1971 — переворот Иди Амина в Уганде
1973 — путч в Чили

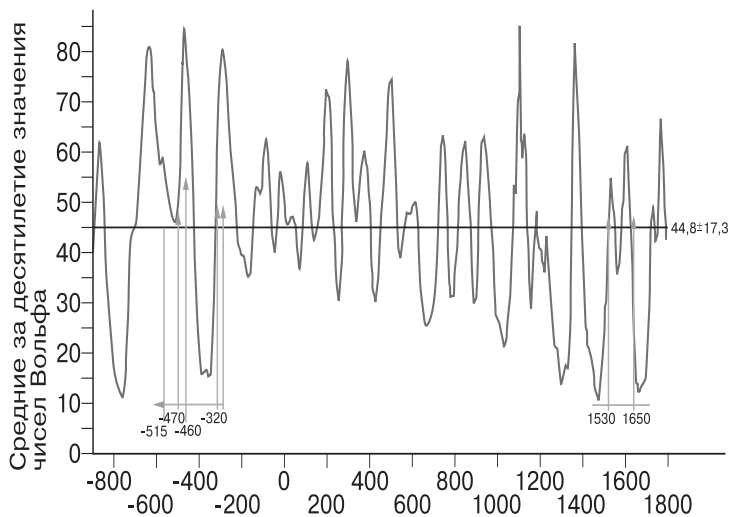
1973 — война на Ближнем Востоке
1974 — революция в Португалии
1974 — турецкое вторжение на Кипр
1974 — мировой экономический кризис
1975 — красные кхмеры в Камбодже
1975 — революция в Эфиопии
1975 — интервенция на территории Анголы
XXI цикл
1977 — война Сомали и Эфиопии
1978 — революция в Афганистане
1978 — война Уганды с Танзанией, свержение Иди Амина
1979 — война Китая со Вьетнамом
1979 — падение режима красных кхмеров
1979 — переворот в Афганистане
1979 — война в Афганистане
1979 — революция в Никарагуа, Иране

1980 — ирано-иракская война
1981 — восстание в Польше
1982 — англо-аргентинская война
1982 — война в Ливане
1983 — война в Судане
1986 — волнения в Алма-Ате
1986 — революция на Филиппинах
XXII цикл
1987 — первая палестинская интифада
1988 — волнения в Армении и Азербайджане
1988 — война в Нагорном Карабахе
1989 — падение социализма в Польше, Чехословакии, Румынии, Венгрии
1989 — волнения в Тбилиси, Абхазии, Южной Осетии, Нахичевани, городах РСФСР
1990 — восстание тутси в Руанде
1990 — война в Ираке

1990 — беспорядки по всему СССР
1991 — переворот в Чечне
1991 — путч ГКЧП в СССР, распад СССР, СФРЮ, Сомали
1991 — войны на территории бывшей СФРЮ
1991 — переворот в Эфиопии
1992 — переворот в Грузии
1992 — война в Абхазии
1992 — война в Южной Осетии
1992 — осетино-ингушский конфликт
1992 — гражданская война в Таджикистане
1992 — война в Приднестровье
1993 — восстание в Москве
1994 — война в Чечне
1994 — восстание в Мексике
1994 — геноцид тутси в Руанде
XXIII цикл
1998 — падение режима Сухарто в Индонезии
1998 — биржевой кризис, крах «новой экономики»
1998 — революция в Венесуэле
1998 — Великая африканская война на территории Заира
1999 — вторая чеченская война
1999 — война в Югославии
2001 — война НАТО в Афганистане
2002 — пик второй палестинской интифады
2003 — война в Ираке
2003 — революция роз в Грузии
2004 — оранжевая революция на Украине
2005 — революция тюльпанов в Киргизии
2005 — кедровая революция в Ливане
2007 — вторая ливанская война



С.М.Комаров



4
Как правило, всплески творческой активности, синхронные в Европе и Китае (отмечено стрелочками), случаются в периоды, когда солнечная активность находится на аномальном уровне

По-настоящему загадочной и таинственной представляется корреляционная связь вариаций космической погоды с творческой продуктивностью. Здесь уже существует целая литература, отчасти рассмотренная в цитированной монографии «Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу». Кажется, наиболее яркий и красивый результат был получен астрофизиком Г.М.Идлисом. Он обнаружил, что крупнейшие, эпохальные открытия в теоретической физике приурочены к максимумам солнечной активности. В самом деле, для XX века нет ни одного исключения — от специальной (1905) и общей (1916) теории относительности и квантовой механики (1927) до открытия кварков (1969). Дело здесь, конечно, не в конкретном достижении, но в наступлении у человека особого состояния предрасположенности к творческому акту — вдохновения. Теперь известно, что те же статистические закономерности наблюдаются для изобретателей, поэтов, художников, композиторов.

Однако, похоже, аналогичная ситуация имеет место и на значительно больших временных масштабах (макроритмы?). Обращаясь к мировой истории, многие замечали примечательную особенность динамики культуры: эволюция происходит крайне неравномерно — длительные эпохи довольно медленного развития (застоя) прерываются относительно короткими периодами кардинальных изменений, иногда — сразу во многих сферах духовной жизни. Два подобных эпизода общеизвестны: исключительный по своему многообразию взрыв творческой активности с эпицентром в Древней Греции в VI—V веках до н. э. («внезапное возникновение цивилизации» — по крылатому выражению Б.Рассела) и Возрождение XVI века в Европе (с примыкающему к нему «веку гениев»). Для этой последней эпохи было найдено, что вариации творческой продуктивности в Европе и находящемся тогда в относительной изоляции Китае проходили синхронно. Они совпали во времени с громадными изменениями космического климата — длительными минимумами солнечной активности, когда солнечные пятна отсутствовали на протяжении нескольких десятилетий (в специальной литературе эти периоды названы минимумами Шперера и Маундера).

В настоящее время ход активности древнего Солнца восстановлен на несколько тысячелетий. Тем самым появилась возможность сопоставить с вариациями космического климата и первый из упомянутых эпизодов. При нахождении (статистическими методами) опорных дат «внезапного возникновения цивилизации» выяснилось, что брожение умов в эту эпоху носило глобальный характер: вспышка духовной активности произошла синхронно (с рассогласованием не более столетия) в

Греции, Индии и Китае. Самое главное, что эти опорные даты пришлось на вариации солнечной активности, вполне аналогичные упомянутым минимумам Шперера и Маундера (рис. 4).

Можно думать, что и индуцирующие эти вспышки духовной активности глобальные импульсы тождественны по своей природе. Естественно предположить, что «физические факторы исторического процесса», «фактор, способствующий возникновению массовых психозов», агент, стимулирующий творческую продуктивность, основной экологический параметр гелиобиологии — все они имеют одну и ту же физическую природу. Можно говорить об открытии важного экологического фактора среды обитания — вариациях фоновых электромагнитных полей, контролируемых космической погодой-климатом. Этот новый в экологии фактор оказывается еще и психотропным агентом широкого диапазона действия.

В общем, влияние космической погоды и климата на общественную жизнь — несомненно, реальность. Весь этот круг явлений непременно должен существовать, если мы признаем гелиобиологию как научную дисциплину. Не приходится сомневаться, что будущее развитие историометрии откроет много такого, что заставит мыслящее человечество по-иному взглянуть на проблему «свободы воли».

Всем известно, что основные действующие силы истории, которые определяют ее динамику, — это демография, технология и география. Пока неясно, следует ли приписать космическому климату или космической погоде роль еще одной движущей силы. Революции и изобретения никуда не исчезнут, если эта самая погода будет строго постоянной. Однако космический фактор, похоже, способен сыграть роль глобального синхронизатора событий.

Поверх междисциплинарных барьеров

Итак, вне всяких сомнений, космическая погода влияет на биосферу, ноосферу и техносферу — то есть на всю нашу жизнь. В самых общих чертах понятно, как это происходит: солнечная активность тем или иным способом воздействует на геофизические поля в нашей среде обитания — электрическое, магнитное, электромагнитное, поле жесткого ионизирующего излучения, акустическое. Все эти поля, не исключая и те, о которых мы пока не знаем, имеют определенное экологическое значение. Если окинуть мысленным взором историю этих исследований, то кажется, что она исполнена особого драматизма. И сейчас их статус трудно назвать высоким. Мыслимо ли в наши дни получать финансовую поддержку для изучения процессов в колбе Фицроя? Для ежедневного измерения скорости химической реакции либо физического процесса на протяжении двух-трех десятилетий? Некоторые очень интересные, яркие результаты вообще не попадают на страницы научно-популярных журналов. Почему? В чем причина?

Причин здесь, конечно, несколько. Тезис о полной изоляции среды обитания от космоса среди научной общественности остается непоколебимым! Известное значение имеют исторические обстоятельства, так трагически отразившиеся на судьбах Д.О.Святского, В.М.Бехтерева, А.Л.Чижевского и многих других. Но может быть, важнее всего — междисциплинарная разобщенность исследователей, постоянно воспроизводимая современной организацией науки. Зарегулированная «грантовая» наука обсуждаемой проблемой вообще не интересуется (именно поэтому центр подобных исследований находится сейчас в России). Как преодолеть междисциплинарные барьеры? Наверняка у думающих читателей есть разные предложения. Автор готов их выслушать (bvlad@yandex.ru). Вообще же — это тема интересной дискуссии.

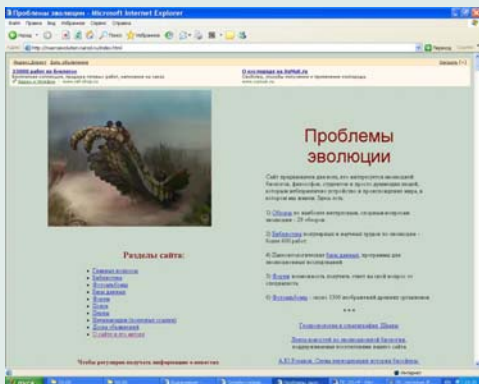


Полезные ссылки



Проблемы эволюции

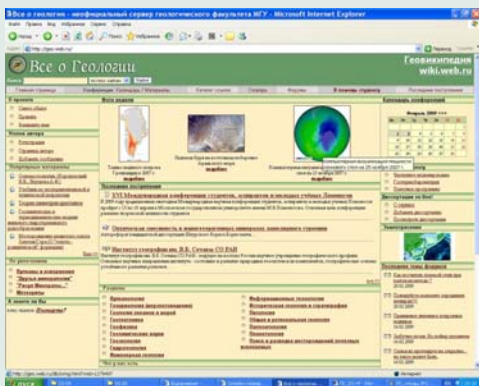
<http://macroevolution.narod.ru>



Автор сайта, доктор биологических наук Александр Марков, — один из немногих ученых, активно и успешно занимающихся просветительской деятельностью. Его имя знакомо всем читателям новостной ленты сайта «Элементы» (<http://elementy.ru>). А читатели «Химии и жизни» помнят его по публикации в июньском номере 2006 года: интервью с Александром Марковым и Алексеем Куликовым было посвящено оригинальной гипотезе, предлагающей механизм, который может лежать в основе видообразования, если молодые виды не разделены географически. Изучению эволюции от классики до наших дней посвящен и сайт, возможно, один из лучших в данном направлении. Он создан в 2003 году (для российского «естественно-научного» сайта весьма солидный возраст) и представляет прежде всего обширную библиотеку. Здесь можно найти и всем известные книги, и практически недоступные, например книги Ричарда Докинза, не издававшиеся в России. В особом разделе собраны обзоры по спорным вопросам теории эволюции, таким, как неоламаркизм. Есть форум (технически он размещен на сайте Палеонтологического института РАН, www.paleo.ru). В разделе «Начинающим» представлена обширная коллекция ссылок на тематически связанные сайты. А специалистам будут интересны палеонтологические базы данных и компьютерные программы для эволюционных исследований. То и другое — совершенно бесплатно.

Все о геологии

<http://geo.web.ru/>

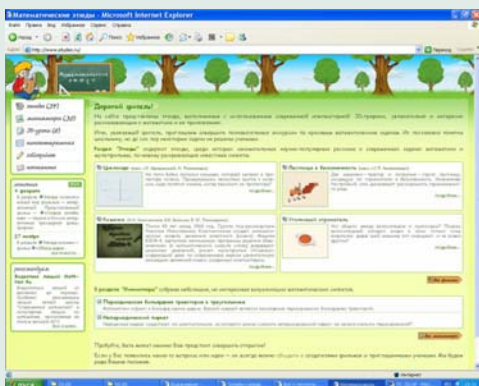


Сайт геологического факультета МГУ создан при поддержке РФФИ. Трудно судить при кратком визите, действительно ли тут есть «все о геологии», но в целом похоже, что так. Вулканология, геокриология (наука о вечной мерзлоте), геология океанов и морей, геоэкология, инженерная геология... Есть сервис «Диссертации on-line», где можно добавить для просмотра свою диссертацию или посмотреть чужую. Есть полезные программы для геологов, календарь конференций, глоссарий, интересные фотографии, учебники в свободном доступе. Есть форум (на момент написания этой заметки там обсуждалось, что делает зыбучие пески зыбучими и как подсчитать полевой стаж при вахтовом методе). Администрация ресурса приглашает к сотрудничеству авторов.

Среди разделов, посвященных геологическим хобби, нам понравился «Рисуня минералы...» (<http://geo.web.ru/mindraw/>). Помимо собственно рисунков Виктора Слётова и Владимира Макаренко — именно там находится раздел автора «Химии и жизни» Б.З.Кантора. В нем есть не только научно-популярные статьи, но и полезные инструкции для тех, кто хочет научиться фотографировать минералы.

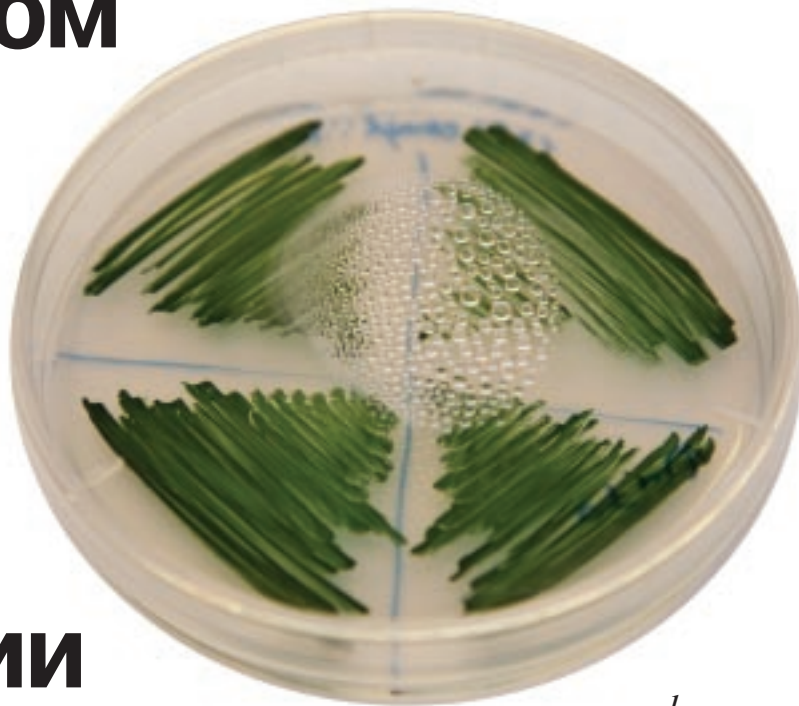
Математические этюды

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



Основная задача этого замечательного сайта, с 2008 года получающего поддержку фонда «Династия», — визуализация красивых математических задач в форме, понятной школьникам. Какие тени может отбрасывать куб, почему самолетные маршруты на картах пролегают по дуге, что такое стопоходящая машина П.Л.Чебышева, как получить синусоиду с помощью батона колбасы, как сверлить квадратные отверстия... Тем, кого заинтересовали перечисленные вопросы, не советуем посещать этот ресурс, если у них нет часа-другого свободного времени: быстро уйти оттуда очень сложно. Сайт полезен всем, кто увлекается математикой, но прежде всего, конечно, школьникам и учителям. Чтобы смотреть все материалы, нужно специальное программное обеспечение (не слишком экзотическое, такое, как Adobe Flash Player 9 и просмотрщики файлов DjVu или Plug-In). Но даже если на вашем компьютере их нет, ничего страшного: этюды сопровождаются обычными текстами и картинками, которые позволяют уяснить суть. А преподавателям информатики, возможно, понравятся «3D-уроки» — знакомство с пакетами программ, позволяющими создавать трехмерную графику, плюс тренировочные задания для начинающих.

ПЦР в реальном времени, или Кое-что из жизни цианобактерии



1

Полимеразная цепная реакция нужна не только для того, чтобы исследовать ДНК неандертальца или мгновенно определить вирус в биоматериале. Она позволяет изучать и подробности повседневной жизни клетки. Это может быть, например, клетка цианобактерии, она же синезеленая водоросль, — древнее и загадочное существо, которое на самом деле не принадлежит ни к бактериям, ни к растениям, а представляет особую группу живых организмов (фото 1). Цианобактерии давно привлекают внимание ученых. Работают с ними и на кафедре генетики биологического факультета МГУ.

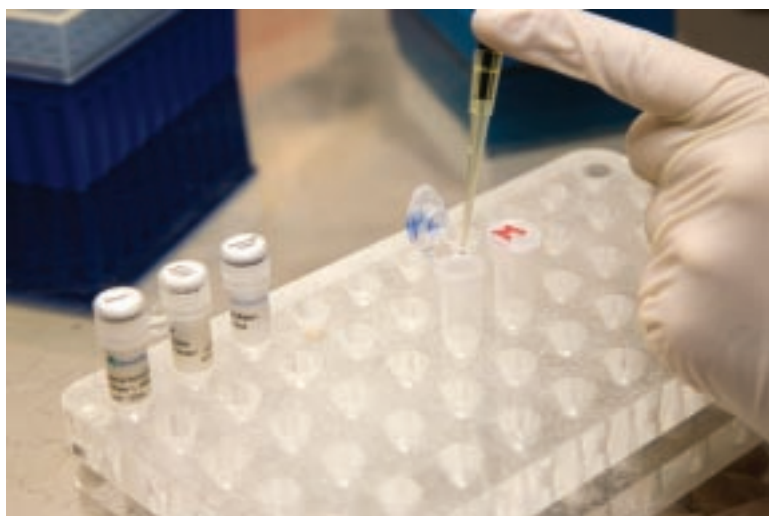
Геном цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC6803 (цифры обозначают штамм) был полностью секвенирован, о его организации известно достаточно много. Однако геном — это статичная характеристика организма. Зная только последовательности букв-нуклеотидов, трудно сделать

2
*Начало работы с РНК:
красным помечен мутант,
синим — дикий тип*

3
*Фермент ДНКазы активен при 37 °С,
поэтому помещаем
пробирки
в термостат*



4
*Добавляем праймеры
для синтеза ДНК
на матрице РНК*



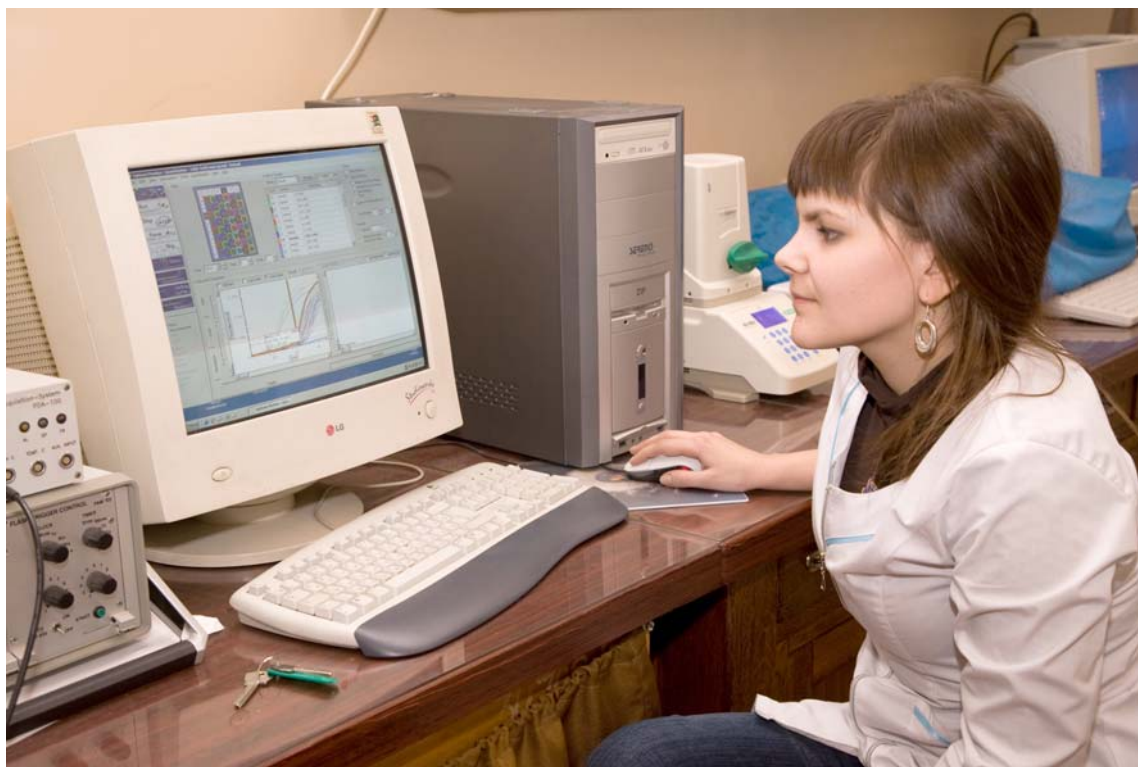


Фото: А. Константинов



ЭКСПЕРИМЕНТ

вывод о том, как работают гены. А вот суммарная клеточная РНК — своего рода моментальный снимок активности генов. Ведь матричная РНК (мРНК) синтезируется как отпечаток гена и сама становится матрицей для аминокислотной цепочки, то есть передает информацию от ДНК к белку. Количество мРНК показывает, насколько активно экспрессируется ген. Это количество может меняться в течение жизни клетки, а может различаться у разных штаммов.

«У нас есть мутант по регуляторному гену, и нам хочется узнать, что же этот ген регулирует. Он может как подавлять активность других генов, так и активировать их — мы не знаем, в какую сторону изменится экспрессия, — объясняет участница работы, аспирант Надежда Коробан. — Ген, который мы инактивировали, находится в кластере генов, схожих между собой; мы предполагаем, что они участвуют в транспорте железа. Наша основная концепция

заключается в том, что продукт регуляторного гена управляет активностью всех этих генов, а значит, и транспортом железа в клетку». Чтобы это проверить, нужно сравнить мутантные цианобактерии с клетками дикого типа. Если количества мРНК генов «железного» кластера будут у них различаться, то, возможно, этот ген — действительно их регулятор.

Итак, в начале опыта у нас есть две пробирки — с суммарной РНК клеток дикого типа и мутанта (фото 2). Конечно, ту и другую РНК получили не из единственной клетки, а из многих, но в чистой культуре все клетки можно считать идентичными. Белый осадок на дне эппендорфовой пробирки — именно так выглядит полный отчет об информационных потоках внутри цианобактерии. Как перевести этот отчет из химической формы в цифровую? Напомним, что работающих генов в клетке сотни, и то, что мы видим, — продукт их общей активности, а нас интересуют только несколько определенных генов. И вот тут нам поможет полимеразная цепная реакция.

Первое, что нужно сделать, — это избавиться от следов ДНК, иначе, образно говоря, нам придется читать всю библиотеку вместо нескольких книжек, заказанных по абонементу. В обе пробирки с помощью микропипетки вводят ДНКазу — фермент, который разрушает ДНК, а РНК не трогает, — и выдерживают час в термостате при 37°C (фото 3). На этом этапе, как и на последующих, в пробирки добавляют также специальный буфер, в котором фермент чувствует себя комфортно. Вообще, молекулярному биологу во время работы приходится все время подглядывать в методику, где указаны количества микролитров, температуры, время инкубации и прочие важные подробности. Тому, кто хоть раз прошел через это, ни один кулинарный рецепт не покажется сложным.

Теперь нужно избавиться от самой ДНКазы, потому что ПЦР не идет на матрице РНК и ее необходимо «превратить» в ДНК. Для этого добавляют этилендиаминтетраацетат (ЭДТА) — хелатирующий агент, который забирает у фермента ион магния и тем самым «выключает» его. Снова инкубация — 65°C, десять минут, чтобы испортить ДНКазу,

5 Центрифуга для микролитровых объемов и сама небольшая

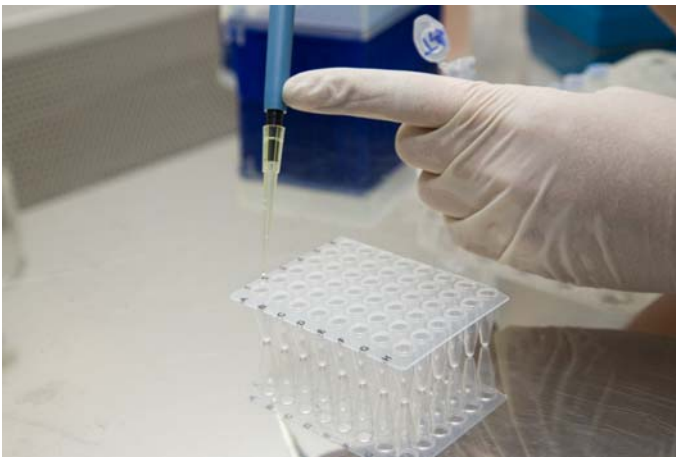




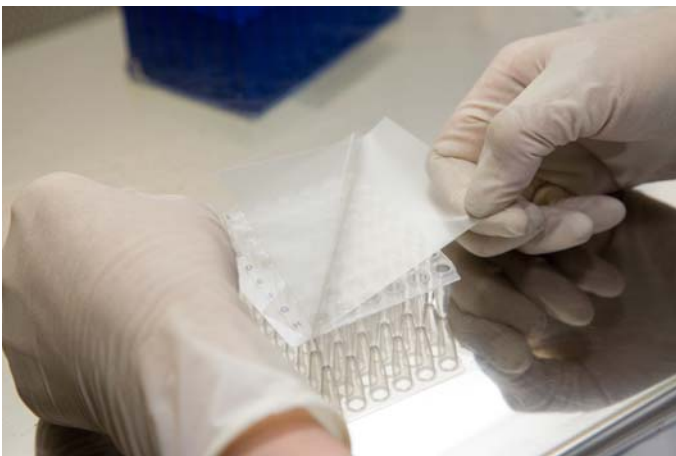
6
Готовим реакционную смесь...



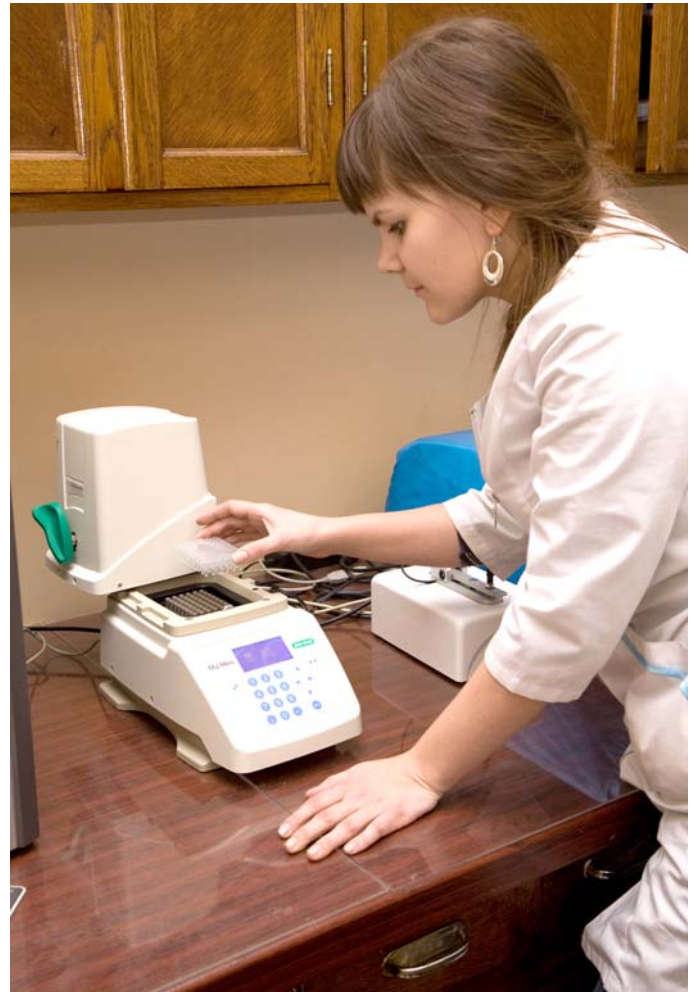
Ферменты предпочитают холод



7
...раскапываем в плашку...



8
...закрываем пленкой...



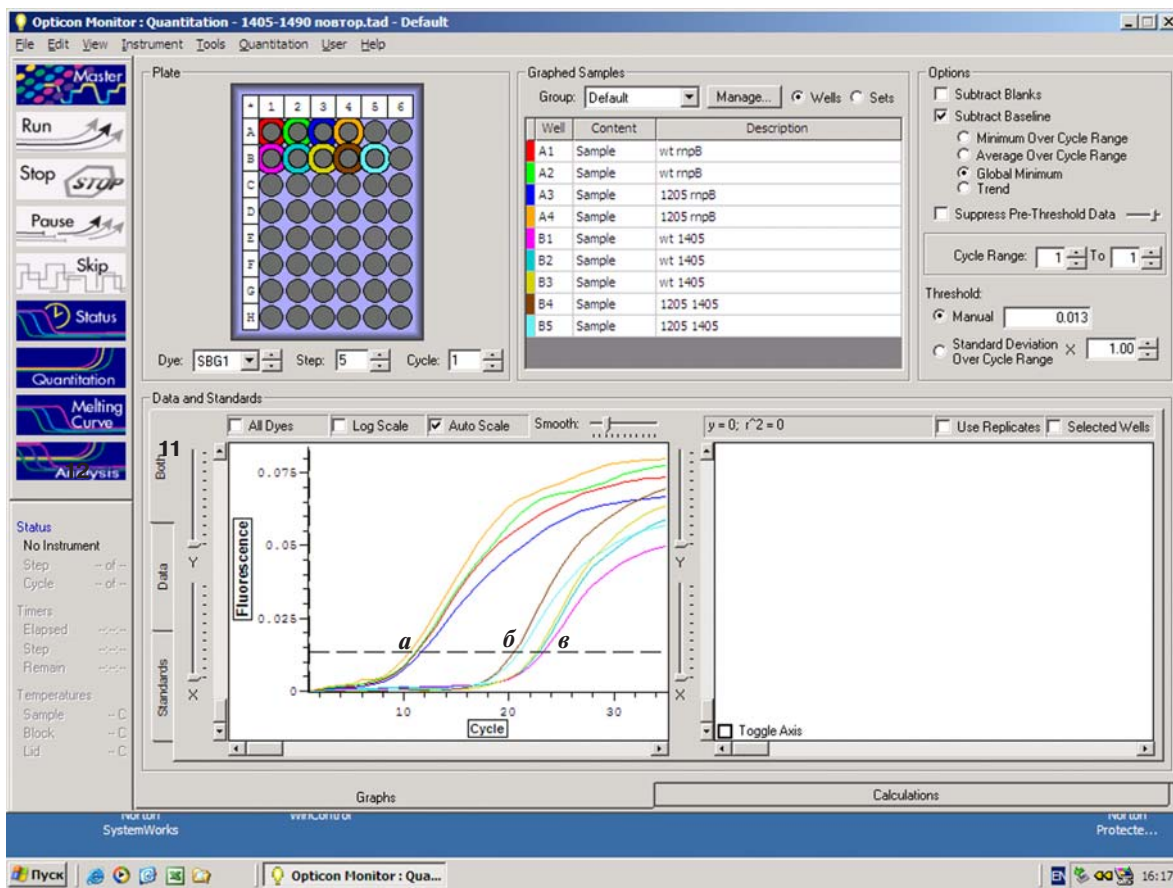
9
...и запускаем ПЦР

так как на последующих этапах мы снова добавим ионы магния, нужные для работы других ферментов.

Потом в пробу добавляем праймеры для синтеза ДНК на матрице РНК. В данном случае это коротенькие фрагменты ДНК — настолько короткие, что комплементарные им участки с высокой вероятностью встречаются в любой молекуле мРНК (фото 4). Но сразу приступать к синтезу нельзя: молекулы РНК — одноцепочечные, однако образуют двунитевые структуры сами с собой, так называемые шпильки. Чтобы их «расплавить», пробирки снова инкуби-

руют, в еще более горячей бане — 70°C, зато всего пять минут. При нагреве вода из раствора испаряется, а это нехорошо: меняется объем пробы. Поэтому закрытые пробирки крутят несколько секунд в микроцентрифуге (фото 5): капли конденсата скатываются на дно.

После этого можно добавлять нуклеотидтрифосфаты — «кирпичики», из которых будет строиться ДНК. Добавляют также фирменный ингибитор РНКазы — даже если этот вредоносный фермент случайно попадет в пробы, он не съест наши мРНК. Снова инкубация — 25°C, пять минут.



10
Исходные данные и результаты на экране компьютера. Вверху схематическое изображение планки и сведения об образцах, внизу слева — ход реакции ПЦР: гены «домашнего хозяйства» (а), гены мутанта (б), гены дикого типа (в). Сдвиг (б) относительно (в) — это и есть ответ на наш вопрос



ЭКСПЕРИМЕНТ

(Это нужно, чтобы праймеры «сели» на РНК.) Потом добавляют обратную транскриптазу — фермент, синтезирующий ДНК на матрице РНК. Спокойствие, конец близок: 25°C, десять минут, 37°C, один час (собственно синтез ДНК), 70°C, десять минут (разделение образовавшихся двунитевых структур и инактивация обратной транскриптазы)... Школьнику, мечтающему заняться исследованиями «самой главной молекулы», стоит всерьез подумать не только о фундаментальных проблемах биологии, но и о том, хватит ли у него терпения и аккуратности.

И вот наконец-то мы подошли к полимеразной цепной реакции. Теперь в наших пробах содержится смесь комплексных ДНК (кДНК), в количествах, эквивалентных исходным мРНК. Добавляем в пробирку Taq-полимеразу, то есть ДНК-полимеразу термофильной бактерии, — этот фермент сохраняет активность при высоких температурах, в отличие от большинства ферментов, которые приходится держать во льду. Полимеразе нужны ионы магния, поэтому добавляем $MgCl_2$, а кроме того, определенные количества воды и буфера. И конечно, опять нуклеотидтрифосфаты (фото 6).

Реакция будет идти в специальной плашке — штативчике с лунками, помеченными буквами и цифрами (фото 7). В каждой лунке своя пара праймеров — фрагментов ДНК, теперь уже уникальных, подобранных к конкретному гену. А значит, в каждой из лунок пойдет синтез копий только одной мРНК — праймеры «выберут» ее из той многообразной смеси матриц, о которой мы говорили вначале.

Плашку заклеивают пленкой (фото 8) и помещают в специальный прибор (фото 9), где каждая лунка оказывается в металлическом гнезде с хорошей теплопроводностью. Теперь температура реакционной смеси начинает изменяться по циклу: «отжиг праймеров на матрицу — полимеризация ДНК — расплавление двунитевых молекул». В каждом таком цикле число молекул увеличивается вдвое, по-

тому что вновь синтезированные молекулы сами становятся матрицами. И продолжается это, пока не кончатся праймеры или нуклеотиды, — после этого концентрация выйдет на плато.

Если бы мы делали этот репортаж в 90-е годы или техническое оснащение было бы не таким хорошим, здесь могли быть еще две страницы — про электрофорез. Чтобы проверить результаты синтеза ДНК, готовят агарозный гель с бромистым этидием, аккуратно вносят в «карманы» на геле образцы, смешанные с глицерином и красителем, ставят электрофорез, потом подсвечивают гель ультрафиолетом и фотографируют в нем светящиеся полосы ДНК... Но сейчас мы сразу видим результат на экране компьютера (10). Вот изображение планки с лунками, а вот самое главное — графики, соответствующие лункам. По абсциссе идут номера циклов, по ординате — увеличение флуоресценции. Флуоресцирует сама ДНК (в буфере есть специальный компонент, который встраивается в двойную спираль и вызывает свечение), таким образом, график показывает рост ее концентрации. А по месту пересечения с горизонтальной линией можно судить об изначальном количестве матрицы. Как помнят читатели, именно это нам и хотелось выяснить.

Так что же мы видим на графике? Левый пучок линий (а) — это контроль: гены «домашнего хозяйства», обеспечивающие жизнедеятельность клетки. Концентрация их мРНК всегда постоянна. Средний пучок (б) — гены кластера у мутанта и, наконец, правый (в) — те же гены у дикого типа. Разница налицо: гены мутанта активнее, значит, «подозреваемый» ген действительно участвует в регуляции.

Вот мы и узнали о цианобактерии немного больше. А сколько еще впереди...

Е.Котина

Генетика Дня ВОСЬМОГО

Е.Клещенко

Может быть, теперь, спустя сотни миллионов лет, ПРИРОДА начала естественный отбор по признаку ума, интеллекта, духа. Может быть, ПРИРОДА вступает в новую эру. Глупцы будут вырождаться, мудрые развиваться и крепнуть.

Торнтон Уайлдер. День восьмой

Теория эволюции — молодая наука. За неполных два века нелегко собрать факты, необходимые для изучения процессов, длившихся миллионы лет. Конечно, есть палеонтологическая летопись, но, судя по ископаемым остаткам, кроманьонец, обитавший на Земле 150—200 тысяч лет назад, морфологически мало чем отличался от современных *Homo sapiens*. Значит ли это, что эволюция нашего вида остановилась? Некоторые считают именно так, другие с ними не соглашаются.

Рассуждения на эту тему оставались по большей части спекулятивными, пока не набрала силу еще более молодая наука — молекулярная генетика. Оказалось, что за материальными свидетельствами эволюции не обязательно ездить в дальние экспедиции: можно поискать их в геномах современных людей. Изменчивость, наследственность, естественный отбор — необходимые, по Дарвину, условия эволюции, и два из них обеспечиваются на уровне ДНК, поэтому каждый шаг эволюции отображается в ней.

В декабре 2007 года появились сообщения об исследовании, которое показало, что в последние 10 тысяч лет эволюция человека не остановилась и не замедлилась, а ускорилась. Группу ученых под руководством профессора антропологии Генри Харпендинга из университета штата Юта подкрепила свое смелое заявление результатами математического анализа геномов современных людей.

Разночтение в одну букву

Самый доступный материал для исследования — наша с вами ДНК. В последнее время выделение и анализ ДНК человека переместились с переднего края науки в рядовые лаборатории и клиники. Сравнительный же анализ ДНК многих людей породил и новую науку — геномику человека.

Международный проект «1000 Genomes», стартовавший в январе 2008 года, как ясно из названия, ставит целью секвенировать тысячу геномов анонимных добровольцев из разных частей света. Результатов проекта с нетерпением ожидают и врачи, и ученые, но прочесть тысячу раз по три миллиарда нуклеотидов — непростая и недешевая задача. Пока что приходится пользоваться результатами другого международного проекта — «HarMap». Буквы латинские — от *haplotype map*, «карта гаплотипов». Напомним, что гаплотипом называют «половинный», гаплоидный генотип — расшифровку только одной из двух нитей ДНК. В более узком значении гаплотип — набор

вариантов SNP (single nucleotide polymorphism, произносится как «снип»), то есть однонуклеотидных полиморфизмов, характерных для данной нити ДНК.

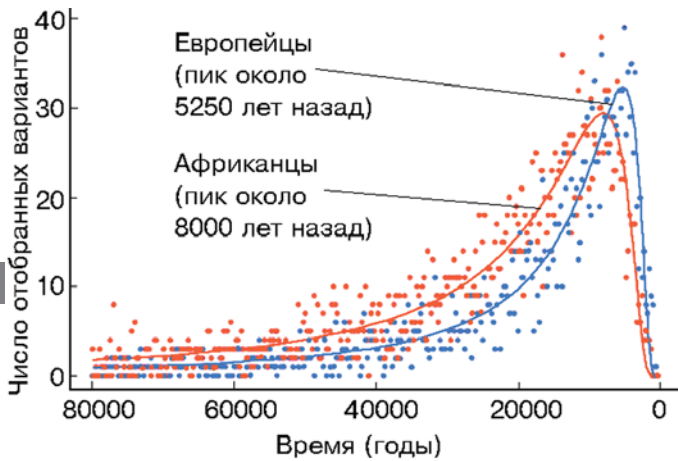
Хотя геномы любых двух случайно взятых людей совпадают как минимум на 99,5%, между ними есть и отличия. Значительную их часть составляют SNP — различия в один нуклеотид, как в словах «кочка» и «бочка». (И точно так же, как со словами, однобуквенная замена может кардинально поменять «смысл» гена, исказить его или сделать нечитаемым.) Называть SNP знакомым со школы термином «точечные мутации» не совсем правильно: мутациями мы обычно называем разовое событие, впервые произошедшее у данной особи. Конкретный вариант SNP может встречаться у значительного числа людей — даже если это всего 0,5—1%, в пересчете на все человечество (6,76 млрд. по последним данным) на единичное событие никак не тянет.

Вот здесь и начинается интересное. Говоря упрощенно, если известно, что в данном месте генома у девяти из десяти людей стоит буква G, а у одного из десяти — T (в таком случае говорят об аллелях G и T), возможно, это означает, что носители более редкого варианта имеют общего предка, у которого и произошла мутация. И тогда все множество SNP — это информация обо всех мутациях, имевших место у наших предков. Но как ее обработать и осмыслить? Как узнать, например, впервые ли гуанин заменился на тимин у этого человека, или эта замена получена им в наследство от мамы или папы, которые, в свою очередь, могли унаследовать ее от бабушек и дедушек?

Сведений о всем множестве SNP у нас пока нет, но есть, как уже сказано, «HarMap» — лежащая в свободном доступе коллекция аллелей миллионов SNP у представителей четырех популяций. Свои геномы предоставили 30 троек «мать — отец — взрослый сын или дочь» из нигерийского племени йорумба, 30 таких же троек жителей США, в основном мормонов из штата Юта, чьи предки происходили из Северной и Западной Европы, 45 токийцев, не приходящихся друг другу родственниками, и 45 китайцев-хань из Пекина. Таким образом, в коллекции есть данные по трем основным расам, их можно сравнивать между собой или же внутри групп. (Кстати, геномы этих самых людей будут полностью секвенированы в рамках проекта «1000 Genomes».)

Читатель уже понял, что, когда мы говорим о «нормальных и мутантных генах», мы часто подразумеваем «различные аллели SNP», если свойства гена определяются именно однонуклеотидной заменой. Таким образом, сведения о различиях в геномах людей для многих практических задач успешно заменяют полный сиквенс. «HarMap» уже принес много пользы медицинской генетике: исследуя SNP, можно выявить и гены предрасположенности к заболеваниям, и гены, связанные с нетипичной реакцией на лекарства или вакцины, и многое другое.

Но как насчет эволюции? Можно ли из этой россыпи точечных замен реконструировать эволюционные процессы?



Ископаемые в ДНК

Попытки восстановить ход эволюции человека, исходя из теоретических соображений, дают противоположные результаты. Интенсивность появления новых мутаций у особи логично считать постоянной (если не брать в расчет экзотические гипотезы о выходах радиоактивных руд как центрах видообразования). Но во-первых, численность человечества непрерывно росла. А где больше особей, там больше адаптивных мутаций. Это отлично известно разработчикам инсектицидов: в лаборатории подопытная группа насекомых послушно вымирает, а в обширных природных популяциях с высокой вероятностью находится устойчивый вредитель. Аналогичные опыты на бактериях также подтверждают, что размер популяции имеет значение. Во-вторых, увеличение численности сопровождалось освоением новых территорий, а значит, попаданием в новые условия, в которых, очевидно, становились адаптивными совсем иные признаки. Если это верно, то эволюция человека от неолита до наших дней должна ускоряться.

Оппоненты возражают: увеличение численности вида говорит о том, что вид находится на пике адаптации и что-то менять — только портить, приспособление же к новым условиям может осуществляться, и осуществляется, негенетическим путем — за счет высокого интеллекта. Может быть, человек уже давно избавился от пресса отбора — повысил выживаемость потомства, обеспечил комфортные условия даже не слишком могучим и здоровым особям и тем самым затормозил собственную эволюцию? Звучит не менее логично. Как же выяснить, кто прав?

Мутации — сырье, с которым работает естественный отбор. Неподготовленный человек предположит, что чем быстрее растет разнообразие генома — чем больше появляется новых SNP, передаваемых потомкам, — тем выше темп эволюции. Это не совсем так. Когда ген становится объектом положительного отбора, то есть его носитель получает преимущество и ген передается большему количеству потомков, повышается вероятность передачи и для соседних участков генома. В итоге широко распространяется не единственная мутация, а «узор» из определенных вариантов SNP. Длина «узора» составляет десятки или сотни тысяч нуклеотидов, в зависимости от возраста участка и интенсивности рекомбинации — обмена участками ДНК между парными хромосомами. Со временем рекомбинация, конечно, разрушит эти группы. Так вот, по степени разрушения распространенного SNP-узора можно судить о том, как давно «центральный» ген стал мишенью отбора. Чем лучше сохранился узор, тем ближе к нам по времени его первое появление.

Задача сродни палеонтологической — сначала найти в геноме «ископаемые остатки» полезных мутаций (то есть устойчивые группы аллелей SNP), потом по степени разрушения оценить возраст... Понятно, что решить ее можно только с помощью специально разработанного математического аппарата. Работа тяжелая, это вам не лопатой в раскопе шуровать. Впрочем, если серьезно, без математики не обходятся и современные палеонтологи.

Ускорение перестройки

Именно таким способом Генри Харпендинг с соавторами нашли в геноме человека около 1800 генов (7% от общего числа), которые подвергались отбору сравнительно недавно. Недавно по палеонтологическим меркам: «Темп изменений заметно увеличился в последние сорок тысяч лет, особенно в конце ледникового периода — примерно десять тысяч лет назад». Если вспомнить, что возраст нашего вида — 150–200 тысяч лет, говорить об остановке эволюции, пожалуй, не стоит. Кроме того, как пишут авторы в статье, опубликованной «Proceedings of the National Academy of Science of the USA» (26 декабря 2007 года, т. 104, № 52), есть основания полагать, что большая часть мутационных событий за последние 80 тысяч лет отловлена: совершенствование метода не увеличивает их числа. Примечательно, что немногие из этих генов можно назвать общими для всех групп, представленных в базе: большинство специфичны для популяций, и это тоже свидетельствует об их недавнем возникновении.

Распределение элементарных актов эволюции во времени показано на рис. 1 (только для европейской и африканской групп, но для японцев и китайцев картина была аналогичной). Хорошо видны временные промежутки, в которые отбиралось особенно много полезных мутаций: это началось около 8000 лет назад в Африке и всего 5250 — в Европе. Темпы эволюции увеличились раз в сто!

Планируя исследование, авторы хотели проверить гипотезу, согласно которой скорость появления адаптивных мутаций у человека была постоянной в течение всей истории вида. Но если бы она всегда была такой, как на последних этапах, то процент генов, затронутых изменениями, оказался бы выше и, к примеру, генетическое различие между человеком и шимпанзе было бы больше в 160 раз, чем реально наблюдаемое. Приходится признать, что эволюция человека сделала рывок?

(То, что вслед за резким подъемом на графике видно падение, не означает, что скорость эволюции к настоящему времени уменьшилась. Если не углубляться в математические сложности — среди недавних мутаций не легко обнаружить адаптивные, то есть те, которые будут поддержаны отбором, ввиду отсутствия данных из будущего.)

Тридцать три века до нашей эры... конец неолитической революции, появление первых цивилизаций — урукская культура в Месопотамии, зарождение клинописного письма, математики, изобретение гончарного круга. В

Европе сооружаются знаменитые ныне памятники эпохи неолита, от шотландского Скара Брай до мегалитов на Мальте. Кстати, тогда же, около 3300 года до н. э., в Тирольских Альпах замерз мужчина — то ли жрец, то ли пастух, затейливо одетый и татуированный, чья мумия, обнаруженная в 1991 году, получила прозвище Этци.

Соблазнительно вспомнить, что библейские датировки сотворения мира в основном приходятся на шестое тысячелетие до н. э., то есть как раз на ускорение темпов эволюции в африканской популяции. Креационисты могут не беспокоиться: то, что человек как вид появился значительно раньше, установлено четко и пересмотру не подлежит. И все же именно в то время с нашими предками произошло что-то важное. Что именно?

Культурная эволюция

Харпендинг и соавторы не могли не отметить, как соотносятся изменения темпов эволюции с нашей популяционной динамикой (рис. 2). Вспомнив о зависимости числа полезных мутаций от общей численности, авторы собрали данные о том, как изменялась численность людей и что они в это время подделывали.

Плавный рост численности начался в верхнем палеолите, а возможно, и чуть раньше, от 50 тысяч лет назад. Сравнительно медленным он оставался до голоцена (8–10 тысяч лет назад), когда люди заселили будущие центры доместикации животных и растений — Ближний Восток, Египет, Китай — и в последующие шесть тысячелетий распространились в Европу, Северную, Южную и Юго-Восточную Азию, а также в Австралию. Здесь хорошо заметен перегиб на европейском и азиатском графике (обратите внимание, что шкала логарифмическая!). Африканская популяция изначально была больше, но росла медленнее, а земледелие южнее Сахары возникло не ранее чем 4000 лет назад. Около 2500 лет назад (то есть за полвека до нашей эры), по некоторым оценкам, там обитало менее 7 млн. человек, тогда как популяции Европы, Западной, Восточной и Южной Азии насчитывали по 30 млн. каждая.

Легко видеть, что ускорение эволюции неплохо соотносится с этим расселением народов, а главное, с ростом численности. (Похоже, предположение о том, что число полезных мутаций пропорционально общему числу особей, оказалось справедливым?) Понятно и то, почему в Африке скорость выросла раньше, а в Европе зато поднялась чуть выше. Но все же наблюдаемую картину, по мнению авторов, трудно объяснить, не привлекая взаимодействие генов со средой.

В самом деле, миграции изменяли климатические условия, в которых обитал человек, а неолитическая сельскохозяйственная революция, то есть возникновение земледелия и животноводства, коренным образом изменила его рацион. Кроме того, эпидемические заболевания, такие, как ветряная оспа, малярия, желтая лихорадка, тиф и холера, стали серьезной причиной смертности примерно в то же время: считается, что их влияние на маленькие кочевые племена было ничтожным. А значит, и отбор по генам устойчивости к болезням начался именно тогда.

«Для неолитического и более позднего периодов должен быть характерен темп адаптивной эволюции, более чем в сто раз превышающий те, что имели место в другие периоды эволюции человека, — пишут в заключение авторы статьи. — Культурные изменения снизили смертность, однако вариации репродукции по-прежнему служат горячим для генетических перемен. По нашему мнению, стремительная эволюция культуры в позднем плейстоце-

не, со всеми новыми перспективами, которые дали коммуникация, социальные взаимодействия и творческие способности, предоставила больше возможностей для грядущих генетических перемен, а не уменьшила их вероятность».

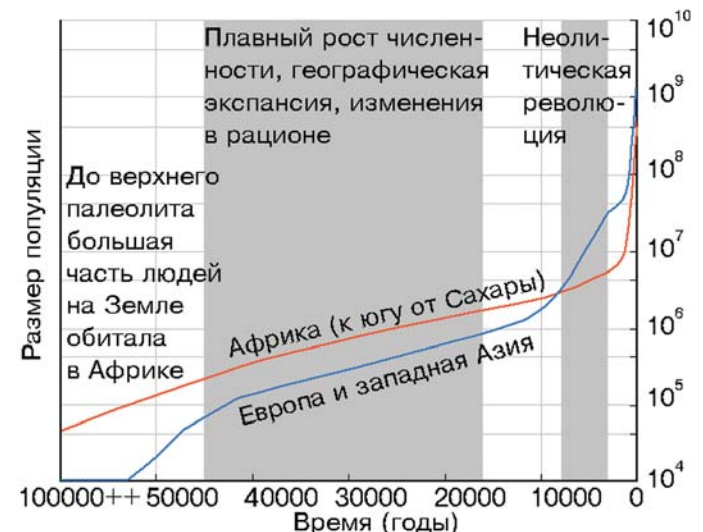
Битвы мутантов

В средствах массовой информации авторы работы высказывались и менее наукообразно, и более смело. Они напоминали, что за 10 тысяч лет, отделяющих нас от кроманьонцев, все-таки отмечены изменения скелета, зубной системы и, вероятно, им соответствуют генетические изменения, обеспечивающие приспособленность к новым условиям. «Если вы возьмете охотника, привыкшего питаться мясом, и посадите его на зерновую диету, у него разовьется диабет. И адаптация к такой диете еще продолжается, — рассказывает Генри Харпендинг. — Некоторые новые гены, распространение которых в популяции мы видим, способствуют процветанию на высокоуглеродной пище». Кроме того, заселение Европы сопровождалось наследуемым снижением пигментации кожи: это способствовало поглощению солнечного света и лучшему усвоению витамина D. Вероятно, были и другие изменения, которые помогли людям приспособиться к умеренному климату и непривычному рациону.

Как утверждает Харпендинг (эти его слова приведены в пресс-релизе университета штата Юта), мы уже не таковы, какими были наши предки даже тысячу или две тысячи лет назад, и этим, возможно, объясняется различие между кровожадными викингами и современными миролюбивыми скандинавами. «Согласно господствующей догме, это всего лишь культурные различия, но почти любая особенность темперамента на самом деле в значительной мере обусловлена генетикой».

Далее он напомнил о том, что человеческие расы развивались независимо и гены в африканских, европейских, азиатских популяциях изменяются хотя одинаково быстро, но не идентично. По его словам, мы становимся менее схожими, а не образуем единое человечество, и генные потоки между удаленными популяциями не столь сильные, чтобы сгладить эти различия.

Другой участник работы, Грегори Кохран, говорил еще более образно: «История человечества все сильнее напоминает фантастический роман, где раз за разом возникают мутанты и замещают нормальных людей — иногда потихоньку, за счет лучшего выживания в условиях бо-



лезней и голода, иногда собираясь в воинственные орды. Мы и есть эти мутанты». Кохран — врач из Нью-Мексико, самостоятельно получивший образование в области эволюционной биологии, помощник профессора в университете Юта. Остальные авторы работы, кроме упомянутых, — антрополог Джон Хаукс, генетик Эрик Уонг и биохимик Роберт Мойзис. Надо признать, что такой состав команды укрепляет доверие к результатам.



О наследственном интеллекте ашкенази

Примечательный факт: в 2005 и 2006 годах Харпендинг и Кохран (вдвоем и в соавторстве с другими исследователями) опубликовали несколько работ, вызвавших бурные дебаты. Они доказывали, что высокий интеллект евреев ашкенази является результатом своего рода естественного отбора. Повышенный интеллект евреев — выходцев из северной части Европы подтвержден статистическими данными, так же как и их некоторая генетическая обособленность. Хрестоматийный пример — высокие частоты встречаемости наследственных болезней Тея — Сакса и Гоше. Но исследователи из штата Юта сделали эффективное предположение: по их мнению, высокий интеллект этой группы объясняется тем, что в средневековой Европе преимущество в «борьбе за существование» получали евреи, занимающиеся торговлей, финансовыми операциями, сбором налогов — а глупые в этих областях не преуспевают. У более богатых семьи могли быть больше, и вдобавок дети сразу получали возможности, которых не было в семьях бедняков, занятых неквалифицированным трудом. Харпендинг и Кохран предположили даже, что генные кластеры, ответственные за наследственные заболевания, типичные для ашкенази, в гетерозиготном состоянии могут способствовать развитию интеллекта!

Звучит впечатляюще, но кто докажет, что основной причиной не были негенетические факторы, в частности культурные различия? Конечно, гены-кандидаты, повышающие IQ, уже исследуются и, по всей вероятности, играют свою роль. С другой стороны, хорошо известно, что еврейские родители — в любом веке, любой стране и независимо от религиозных убеждений — несколько больше, чем родители других национальностей, озабочены успехами детей и тем, чтобы они получили самое лучшее образование...

Кстати, ничего подобного тому, что произошло с Джеймсом Уотсоном после его печально знаменитых высказываний об интеллекте выходцев из Африки, с Харпендингом и Кохраном не случилось. Может быть, потому, что они говорили о чем-то наследственном превосходстве, а не об отставании.

Прежде чем мы вернемся к основной теме статьи, еще один интересный факт: у Генри Харпендинга опубликовано несколько статей в соавторстве с российскими коллегами из Института общей генетики РАН и они посвящены генетическим особенностям жителей Дагестана — как равнинных, так и горных (в значительной мере изолированных) районов. Это, конечно, совсем другая история, но если вспомнить, что Кавказ с древних времен был узловой точкой человеческих миграций — темы могут оказаться связанными между собой.

Лактаза и ее роль в мировой истории

В романе Торнтон Уайлдера «День восьмой» добрый и умный доктор Гиллиз верил, что эволюция человека нового времени работает на повышение интеллекта человечества в целом. Доктора Харпендинг и Кохран с соав-

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

торами не делают таких радужных прогнозов — наверное, потому, что живут веком позже. Хотя по ранним этапам эволюции человека есть любопытные данные — например, положительный отбор по гену микроцефалину (*MCPH1*), который регулирует размер мозга. Но в конце концов, и кроме эволюции разума в истории нашего вида есть немало интересного.

О многих генах и раньше было известно, что их аллели подвергались интенсивному отбору: *CCR5* (белок этого гена знаменит тем, что его использует как корецептор вирус СПИДа), ген белка крови *FY* (люди, у которых отсутствует этот белок, имеют иммунитет против малярии), а также хорошо знакомый нашим читателям ген фермента лактазы, отвечающего за расщепление молочного сахара — лактозы. В Китае и в большинстве регионов Африки взрослые люди не могут пить молоко. Однако в Швеции и Дании практически нет взрослых, у которых лактаза была бы неактивна. Отсюда ясно, почему молочное скотоводство развивалось главным образом в Европе, а не в Средиземноморье и Африке — вот пример влияния генетики на историю и культуру.

По мнению Харпендинга, было бы любопытно проверить, каким образом мутация, обеспечившая переносимость лактозы, подстегнула переселения народов — например, когда носители индоевропейских языков заселили все пространство от Северо-Западной Индии и Центральной Азии до Персии и Европы 4000—5000 лет назад. Он даже высказал предположение, что именно питательные молочные продукты дали индоевропейцам достаточно энергии. Недаром в Индии коровы — священные животные; к сожалению, молекула фермента лактазы слишком мала, чтобы воздавать ей почести.

До исследования Харпендинга и соавторов считалось, что подобных генов относительно немного. Теперь получается, что их почти две тысячи, и не исключено, что за каждым из них скрывается такая же интересная история, как с лактазой.

Наверное, в ближайшее десятилетие следует ждать новых успехов палеогеномики (а может быть, также «исторической геномики»?). Когда готовился к печати этот номер, исследовательская группа из Института эволюционной антропологии Макса Планка и компании «454 Life Science» объявила о получении первого, «чернового» варианта полного генома неандертальца. (Более раннему этапу того же проекта была посвящена статья в «Химии и жизни», 2007, № 1.) Но об этом — в одном из следующих номеров.



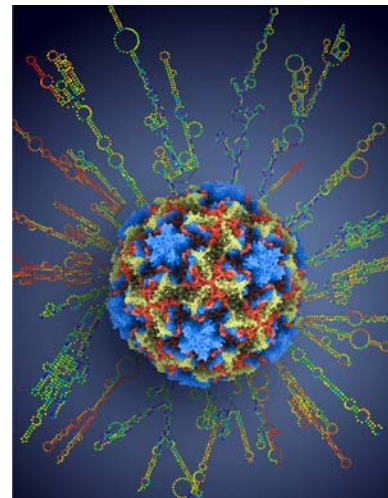
**ВСЕ О ВИРУСЕ
ПРОСТУДЫ**

Закончена полная расшифровка геномов всех 99 разновидностей вирусов, которые вызывают простуду.

Ann C. Palmenberg,
acpalmen@wisc.edu

Каждый взрослый человек простужается пару раз за год, а ребенок — и весь десяток. Простуда же не только неприятна сама по себе, но и дает опасные осложнения. Например, ее вирус (он принадлежит к группе риновирусов), воздействуя на иммунную систему в детстве, может приводить к астме в юности. Чтобы грамотно бороться с простудой, нужно знать родственные связи вируса, детали его строения, определить, с какими рецепторами на поверхности клеток он связывается. Именно эту информацию исследователи теперь смогут извлечь из расшифрованных геномов вирусов, собранных в носсах обитателей всех частей света.

«Отдельные фрагменты были нам известны уже давно, однако только теперь удалось получить полную картину, — говорит Энн Палменберг из Висконсинского университета, возглавлявшего работу международной группы ученых. — Теперь есть молекулярная основа для разработки эффективных лекарств против простуды. Правда, надежды на создание универсального лекарства пока нет — вирусы оказались весьма разнообразными, к тому же они демонстрируют способность обмениваться генетическим материалом, если клетка заражена разными вирусами. Это приводит к быстрой изменчивости риновируса».

**СОЯ
И ГЛОБАЛЬНОЕ
ПОТЕПЛЕНИЕ**

Интенсивность дыхания растений к 2050 году вырастет более чем на треть, считают ученые из Иллинойса.

Andrew Leakey,
leakey@illinois.edu

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

Как скажется избыточный углекислый газ на урожайности сельскохозяйственных культур? Ботаники сильно расходятся в оценках: при увеличении концентрации углекислого газа до 550 ppm (прогноз на 2050 год) интенсивность дыхания растений может упасть на 18%, и вырасти на 11%, и вовсе не измениться.

Чтобы установить истину, ученые из Иллинойского университета во главе с профессором Эндрю Лики воспользовались университетской установкой, позволяющей содержать растения в открытом грунте, но при этом менять концентрацию углекислого газа в воздухе, который овеивает их листья. Обычно такие опыты ставят в закрытых теплицах, где растения изолированы от солнца, дождя и насекомых. А следили ученые не только за уровнем дыхания сои или эффективностью фотосинтеза, но и за работой генов растения.

Как оказалось, соя прекрасно чувствует себя в парниковой атмосфере будущего — интенсивность ее дыхания выросла на 37%. «Скорее всего, в результате возрастает содержание сахаров во всех частях растения, включая зерна, а это приводит к росту урожайности», — говорит профессор Лики. Чтобы справиться с возросшим потоком веществ, растение изменило работу более чем 90 генов, которые кодируют ферменты, участвующие в дыхательной цепочке: производство этих ферментов существенно возросло. Всего же адаптация к повышенному содержанию углекислого газа перенастроила работу более чем 600 генов.

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

**ХОЛОДИЛЬНИК
НА ФОСФИДЕ**

Сплав на основе фосфида германида марганца и железа, возможно, станет основой холодильников будущего.

Jeff Lynn,
Jeff.Lynn@nist.gov

Как сделать холодильник, который не издает ни звука, не содержит вредных газов и при этом обходится не дороже, чем обычный? Один из способов — воспользоваться магнитокалорическим эффектом. Некоторые вещества при переходе в магнитное состояние резко нагреваются, а при возвращении в состояние немагнитное — охлаждаются. Холодильник на этом эффекте работает так: сначала вещество с помощью сильного магнитного поля намагничивают, выделившееся тепло рассеивают в окружающей среде, а затем поле снимают — и вещество размагничивается, при этом охлаждаясь. Потом цикл повторяют.

До недавнего времени сильный эффект в районе комнатной температуры проявляли только достаточно экзотические сплавы с редкоземельным гадолинием либо содержащие мышьяк.

Ученые из американо-китайской команды при финансировании американского Национального института стандартов создали новый сплав $Mn_{1,1}Fe_{0,9}(P_{0,8}Ge_{0,2})$ и установили, что его кристаллическая структура сильно меняется во время магнитного перехода. Поэтому сплав обладает сильным магнитокалорическим эффектом, который может достигать 100 Дж/кг·К. Поскольку материал не очень дорог, а эффект велик, фосфидный охладитель оказывается серьезным претендентом на место газовых компрессоров в холодильниках будущего.

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

**САМЦЫ-
ДОЛГОЖИТЕЛИ**

При близкородственном скрещивании продолжительность жизни самцов увеличивается, утверждают шведские ученые.

Trine Bilde,
trine.bilde@ebc.uu.se

Обычно самцы живут меньше самок, и этот факт ученые объясняют непарностью X-хромосомы. В самом деле, если у самки есть две копии этой хромосомы, и когда в одной копии присутствует мутация, то другая, исправная, доставшаяся от второго родителя, всегда придет на помощь. У самцов такой страховки нет. Если эта гипотеза верна, то при близкородственном скрещивании продолжительность жизни самцов должна уменьшаться сильнее, чем у самок. (Обратный эффект должен наблюдаться в том случае, когда одинаковые хромосомы имеются у самцов, а не у самок. Это присуще, например, птицам.)

Именно такую работу провели с жуками-зерновками ученые из университета Упсалы во главе с Трине Бильде и заметили, что, действительно, средняя продолжительность жизни самок уменьшилась в большей степени, чем у самцов. Однако попутно выяснилась интересная деталь: многие самцы жили гораздо дольше, нежели те, что были не замечены в близкородственных связях. Чтобы объяснить это, ученым пришлось привлечь к делу разную стратегию полов, направленную на увеличение потомства. Самке, мол, нужно тратить равное количество энергии, вот, будучи изначально несовершенной из-за близкородственного скрещивания, она и живет меньше. Самец же может оставить много потомства за счет не только силы, но и настойчивости, а она требует немалого запаса времени. Напомним, что мерили ученые отнюдь не интенсивность размножения, а продолжительность жизни участников эксперимента.

**ЖЕЛЕЗО
В ОКЕАНЕ**

Из морской пучины поднимается металлическое железо — таков результат исследования ученых из Южной Калифорнии.

Katrina Edwards,
kje@usc.edu

Железо для океана — то же самое, что селитра для почвы: ценное удобрение, увеличивающее его биопроизводительность. Некоторые ученые даже предлагают «подкармливать» океан железом, однако это запрещено международными конвенциями. Причем микроорганизмы, которые находятся в начале пищевой цепочки, лучше усваивают именно металлическое железо, а не его оксид. Однако где же взять это чистое железо, если в соленой воде оно моментально окисляется? Ответ неожиданно пришел из глубины.

Ученые нескольких американских институтов во главе с Катриной Эдвардс из университета Южной Калифорнии изучали жизнь вокруг подводных гидротермальных источников, в частности, железоокисляющих бактерий. Они обнаружили, что специфические органические вещества обволакивают микрочастицы чистого железа, содержащиеся в водах этих источников, и предохраняют их от ржавления. В таком виде металлическое железо всплывает на поверхность. «Найти сверкающее железо в океане — все равно что вынуть из ванны сухую губку. Возможно, этот механизм удастся использовать для получения железного удобрения. Сколько такого железа сейчас достигает поверхностных вод, мы не знаем. Но любая частичка сильно способствует развитию жизни», — говорит Катрина Эдвардс.

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

**ГЕН
ДОЛГОЛЕТИЯ**

Ген, вариация которого найдена у японских долгожителей, проявляется себя и в Германии, и во Франции.

«Proceedings of the National Academy of Sciences», февраль 2009.

Примерно пятнадцать лет назад биологи обнаружили, что ген *FOXO3A* связан с процессом старения у нематод и дрожефил. Возник естественный вопрос: а как у людей? В сентябре 2008 года американцы во главе с Бредли Уилкоксом получили ответ: у проживающих в США японских долгожителей определенная вариация этого гена встречается чаще, чем у тех, кто не смог преодолеть 95-летний рубеж. Однако этот результат не мог считаться научным достижением без контрольного опыта. Его провели немецкие ученые из Кильского университета им. Христиана-Альбрехта во главе с профессором Альмутом Небелем.

Проанализировав образцы ДНК 388 немецких долгожителей и сравнив данные с результатами исследований 731 человека меньшего возраста, они заметили то же увеличение частоты вариации. Причем у столетних старцев эффект был выражен ярче, чем у 95-летних. «Аналогичный результат получили и французские ученые, исследовавшие своих долгожителей», — говорит профессор Небель.

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

**СО₂ КАК
БАКТЕРИЦИД**

За статью, в которой утверждалось, что СО₂ поможет хирургам бороться с инфекцией, авторы получили премию в 1000 фунтов стерлингов.

«Medical Hypotheses», 2008, т. 71, с. 8.

Бактерии и прочая микроживность, которая во время операции может попасть в рану, — причина многих осложнений. Михаэль Перссон и Ян ван дер Линден из шведского Королевского института предложили оригинальный способ решения проблемы: постоянное обдувание раны теплым влажным углекислым газом. При этом удается не только предохранить рану от бактерий, но и предотвратить высыхание тканей, а также поддержать их температуру на должном уровне. Сходную технологию давно уже применяют при асептической упаковке еды и теперь решили испытать на человеке.

Авторы идеи провели первые опыты и теперь приступают к клиническим испытаниям. А жюри премии в честь основателя журнала «Medical Hypotheses» доктора Дэвида Хорробина присудило им 1000 фунтов стерлингов. «Авторы предложили необычный подход к решению часто возникающей проблемы, а также придумали надежные способы проверки своей идеи», — говорит председатель жюри сэра Дэвид Уэзерал.

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

**ТЕЛЕФОН
СЛЕДИТ
ЗА АВТОБУСОМ**

В Сиэтле теперь любой желающий может узнать, когда его автобус придет на остановку.

Brian Ferris,
bdferris@u.washington.edu

«**Я** провел так много времени на автобусных остановках, что решил в конце концов кардинально изменить ситуацию. Ведь томительное ожидание увеличивает время вдвое и заставляет нервничать», — рассказывает аспирант Вашингтонского университета Брайан Феррис. За 70 долларов он купил сайт, программное обеспечение, синтезирующее слова, и соединил всю систему с бесплатной телефонной линией. Теперь каждый житель Сиэтла может позвонить на сайт по телефону, и робот спросит его, на какой остановке он стоит и какой автобус ждет. А потом скажет будущему пассажиру, через сколько минут подойдет автобус. За первые полгода работы эта служба обработала более 20 тысяч звонков, а сайт www.OneBusAway.org посещает тысяча человек в день.

Устроено все предельно просто. Время от времени водитель автобуса сообщает на контрольных станциях, сколько он проехал. Эта информация поступает в диспетчерскую. Зная маршрут автобуса и пройденный путь, легко выяснить, где автобус сейчас находится. Еще в середине девяностых основанную на этих данных систему учета движения автобусов создал профессор Вашингтонского университета Дэниэл Дэйли, и теперь она работает в Сиэтле и Чикаго. В будущем же, когда автобусы оснастят навигаторами системы позиционирования, узнавать их положение в пространстве станет совсем легко, и тогда служба «OneBusAway» сэкономит пассажирам множество нервов и здоровья уже в масштабах всей страны. Ведь если точно знаешь, когда придет твой автобус, можно не волноваться и не мерзнуть на остановке, а подождать в ближайшей кофейне.



Как убить бессмертную клетку

Доктор медицинских наук

Д. Ю. Блохин,

зав. лабораторией фармакоцитокинетики

НИИ экспериментальной диагностики

и терапии опухолей

ГУ РОНЦ им. Н.Н.Блохина РАМН

Эта статья – о причинах возникновения, закономерностях развития и путях лечения онкологических болезней, а также о тех трудностях, с которыми сталкиваются ученые-онкологи при разработке новых средств и методов лечения рака. Но вначале стоит вспомнить некоторые основные понятия.

Несколько слов про опухолевые клетки

Человеческий организм состоит примерно из 100 триллионов клеток. Изменение этого количества всегда физиологически оправданно. Например, при воспалении увеличивается число белых клеток крови (лейкоцитов), которые противостоят возбудителям инфекции. При интенсивных физических нагрузках возрастают количество мышечных клеток и мышечная масса. Процесс поддержания оптимальной численности клеток – клеточный гомеостаз – осуществляет сложная система контроля клеточных делений (пролиферации) и клеточной гибели.

Каждая клетка имеет свою продолжительность жизни: эритроциты – около 120 дней, лейкоциты – от нескольких часов (нейтрофилы) до нескольких недель (лимфоциты), а «клетки памяти», как называют специализированные иммунные лимфоциты, могут жить десятки лет. По истечении отпущенного ей срока клетка погибает. Гибель эта упорядоченна и генетически запрограммирована. Программа клеточной гибели включается, если клетка больше не нужна организму (например, принадлежит эмбриональной ткани), состарилась, заразилась вирусом, накопила много мутаций или получила иное не подлежащее восстановлению повреждение. При этом происходит последовательная саморазборка клетки на фрагменты, которые затем поглощают макрофаги или соседние клетки в качестве питательного и строительного субстрата. Как правило, в литературе для обозначения запрограммированной клеточной гибели используют термин «апоптоз».

Программа клеточной гибели срабатывает только после многократного подтверждения «сигнала смерти». Сигнал может прийти из окружающей клетку среды или от собственных внутриклеточных «датчиков неблагополучия». Внешний сигнал клетка воспринимает специальными «рецепторами смерти», находящимися на ее поверхности. Существуют и различные внутренние сигналы, воз-

никающие при неустраняемых внутренних повреждениях клетки (в большинстве случаев – молекул ДНК), которые препятствуют ее нормальному делению или функционированию. Но независимо от источника и места получения этого сигнала в итоге запускается один и тот же каскад активации «суицидных» ферментов, которые и завершают выполнение программы: эффекторные каспазы, ДНК-фрагментирующий фактор и др.

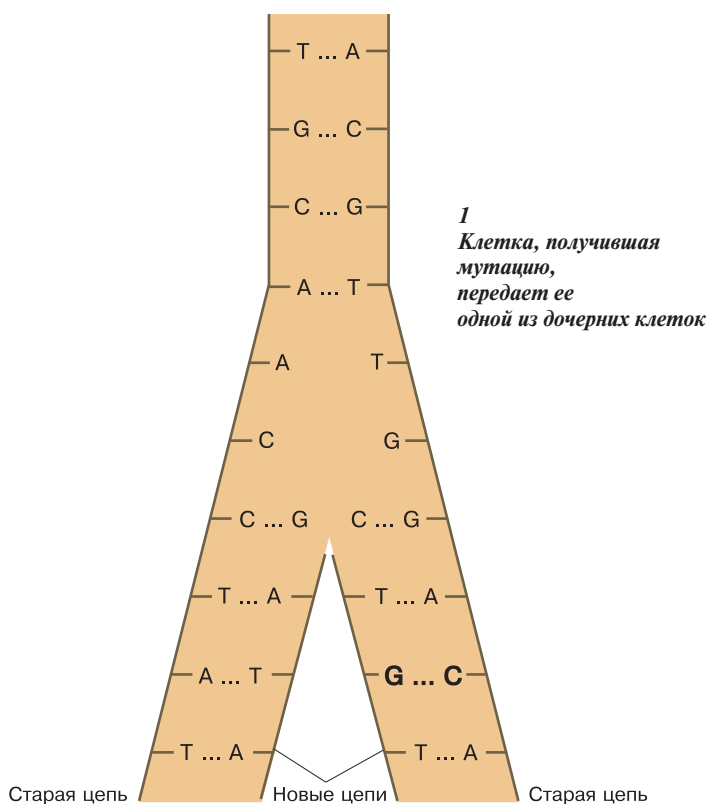
В здоровом и нормально функционирующем организме каждую секунду погибает огромное количество клеток, столько же образуется вновь. Но иногда процесс клеточного гомеостаза выходит из-под контроля и возникает опухоль.

Опухолью называют патологическое разрастание ткани, состоящее из качественно измененных (атипичных) по морфологии, степени дифференцировки и характеру роста клеток. Не всякое увеличение объема ткани представляет собой опухоль. Отек, например, связан не с разрастанием клеток, а с накоплением межклеточной жидкости, гипертрофированные мышцы культуриста – адаптация организма к длительным физическим нагрузкам. Эти изменения преходящи: после снижения мышечных нагрузок дополнительная ткань подвергается инволюции (то есть рассасывается). Появление опухоли с адаптацией не связано, и инволюции она не подвержена. Опухоль, в отличие от нормальной ткани, не имеет выраженной структуры, ее строение в той или иной степени беспорядочно. Она образована клетками, которые не завершают дифференцировку и несут признаки юных, а часто и эмбриональных форм.

Если разрастание опухоли ограничивается местом ее возникновения, то она доброкачественная. К доброкачественным опухолям относятся миомы, липомы, эпителиомы, аденомы (окончание *-ома* обозначает «опухоль», а корень слова часто происходит от названия ткани, из которой возникли опухолевые клетки), папилломы, полипы, пигментные невусы – «висячие родинки», бородавки и многие другие. Доброкачественные опухоли, как правило, не представляют угрозы жизни больного, поскольку несут локальный характер. Исключение составляют опухоли мозга, которые в силу жестко ограниченного пространства черепной коробки могут механически сдавливать соседние участки мозга и кровеносных сосудов, вызывая парезы, параличи и даже гибель больного.

Если рост опухоли не ограничен собственной тканью и органом, а оторвавшиеся от основного узла атипичные клетки мигрируют в соседние и отдаленные органы, вызывая появление там вторичных опухолевых узлов (метастазов), то такая опухоль злокачественна.

Помимо способности образовывать метастазы, то есть существовать вне привычного клеточного окружения, для раковых клеток характерно неуправляемое деление, причем делиться они могут неограниченное количество раз, не обнаруживая при этом признаков старения, и в значительной мере утрачивают способность к запрограммирован-



ной клеточной гибели. Именно совокупность всех этих признаков и отличает раковую клетку от нормальной.

Опухолевая трансформация клетки происходит, когда она накапливает некоторое количество мутаций, причем не любых, а критических для канцерогенеза. Пока ученые точно не знают, сколько мутаций и в каких именно генах должно произойти, чтобы клетка стала опухолевой. Очевидно, никак не меньше пяти, а по самым оптимистическим прогнозам 8 – 10. Важно, что речь идет не о каком-то определенном наборе мутаций: их комбинации, определяющие опухолевую трансформацию, могут быть самыми разными. С молекулярно-генетической точки зрения не существует двух совершенно одинаковых опухолей, как и совершенно одинаковых причин их возникновения. Уникальность каждой опухоли намного превышает уникальность дактилоскопических узоров.

«Универсальной» или «главной» мутации, необходимой и достаточной для превращения нормальной клетки в раковую, ученые не обнаружили. Однако об одном гене, изменения в котором часто приводят к злокачественной трансформации, стоит упомянуть. Называется этот ген *TP53*, а его белковый продукт p53 (такое невыразительное обозначение произвели от «протеин с молекулярной массой 53 килодальтона») регулирует активность более 150 генов, контролирующих цикл клеточного деления.

Процесс клеточного деления очень сложен и таит в себе немало опасностей, связанных с возникновением и закреплением соматических мутаций, то есть мутаций, возникающих в соматических клетках. Чтобы избежать такой беды, в организме существует система генетического самоконтроля клеток. Известно по крайней мере четыре контрольные (или сверхточные) точки, в которых происходит анализ правильной последовательности событий репликативного цикла. Если что-то прошло не так, то пролиферация временно останавливается, а если повреждение не удастся исправить, включается программа клеточной гибели, которая не позволит мутантным клеткам размно-

жаться. Ключевую роль в этом процессе играет белок p53, который часто именуют «стражем генома», а постоянно функционирующий ген *TP53* относят к опухолевым супрессорам (тормозящим развитие опухолей). Но насколько он важен для опухолевой супрессии, пока неясно. С одной стороны, возникновение инактивирующих мутаций в гене *TP53* или полное прекращение его экспрессии (нокаут гена) вызывают дестабилизацию генома: формируется так называемый мутаторный фенотип клетки, при котором частота появления и накопления мутаций резко возрастает. Если мутация гена *TP53* получена по наследству от родителей, она присутствует во всех клетках организма и сопровождается развитием синдрома Ли–Фраумени, при котором еще в детстве возникают множественные опухоли. Такие пациенты редко доживают до совершеннолетия. Однако, как показали масштабные генетические исследования, проведенные в лабораториях разных стран, лишь чуть более половины всех исследованных злокачественных опухолей человека различной локализации и стадии развития несут мутации в гене *TP53*; клетки же второй половины исследованного массива синтезируют нормальный белок p53, что, впрочем, не мешает им быть злокачественными!

Ежедневно в человеческом организме возникают сотни тысяч мутантных клеток. Их постоянно отслеживают и уничтожают две системы контроля: система клеточного генетического самоконтроля, о которой шла речь выше, и система неспецифического противоопухолевого иммунитета.

Система противоопухолевого иммунитета распознает мутантные клетки по наличию на их поверхности постороннего, не свойственного данному организму антигена или по отсутствию одного из абсолютно необходимых. К первым относятся так называемые опухоли-ассоциированные и вирусные антигены, а ко вторым – антигены главного комплекса гистосовместимости I класса, несущие информацию: «Я – свой». Если эти антигены не представлены на клетке, ей немедленно делает «смертельную инъекцию» клетка-киллер, которая осуществляет иммунологический надзор. Она формирует в стенке клетки-мишени канал, через который впрыскивает ферменты-гранзимы. Гранзимы «включают» проферменты класса каспаз – это основные исполнители программы клеточной гибели.

Исполнительный механизм системы противоопухолевого иммунитета сопряжен с механизмом обеспечения генетического самоконтроля. Это означает, что клетка, которая в результате мутации станет невосприимчива к действию одной системы контроля, будет неуязвима и для другой. Потомки такой клетки унаследуют приобретенный признак и положат начало формированию мутантного клона – способность ускользать от системы генетического самоконтроля позволит и в дальнейшем избегать гибели при тиражировании вновь появившихся мутаций. Эти клетки еще нельзя назвать опухоли-трансформированными, по-

сколько они пока не приобрели всех необходимых для этого генетических дефектов, но начало положено: мутаторный фенотип открыл простор для дальнейшего накопления мутаций.

Поскольку процесс мутагенеза носит случайный характер, в каждой клетке мутантного клона возникнет индивидуальный набор мутаций, и происходит клональное расщепление популяции. Появление новых мутаций отразится на фенотипе потомков – они будут постепенно утрачивать родительские черты, но приобретать новые свойства, в том числе те, которые присущи опухолевым клеткам. Наиважнейшее из них – способность к неограниченному числу делений, или репродуктивное бессмертие. Без этой способности все прочие приобретенные «опухолевые» свойства не будут представлять опасности: совершив положенное число удвоений, клетки необратимо утратят способность к делению – рост опухоли остановится, за чем последует ее постепенное саморазрушение. Если же клетка достигнет репродуктивного бессмертия, приобретение прочих опухолевых черт – только вопрос времени.

Бывают случаи, когда возникшая доброкачественная опухоль в ходе своего роста по тем или иным причинам становится злокачественной – «малигнизируется». Так на месте доброкачественного пигментного невуса может образоваться меланома – одна из самых злокачественных опухолей кожи, как правило, образующая множественные метастазы. Малигнизация доброкачественной опухоли – процесс не обязательный, большинство таких новообразований существуют в организме годами, растут медленно и в основном доставляют лишь косметические неудобства. Однако злокачественная опухоль может развиться не только из доброкачественной, но и из совершенно здоровой ткани. В этих случаях появлению опухоли обычно предшествует «предрак» – компактное скопление измененных по морфологии мутантных клеток. Их потомки могут перерастать во внутритканевую, «местный» рак, который затем распространяется и образует инфильтрирующие злокачественные образования. Так происходит прогрессия опухолевого процесса, направление которой во всех случаях одинаково – от плохого к худшему.

Возникнув, опухолевая ткань не только безудержно растет вследствие бесконтрольного деления составляющих ее клеток, но и постоянно эволюционирует, порождая новые клеточные клоны, наиболее злокачественные из которых, то есть лучше приспособленные к автономному существованию, в процессе конкурентной борьбы вытесняют менее злокачественные. Остановить такую экспансию

можно, лишь удалив опухоль из организма или, по крайней мере, ограничив ее рост.

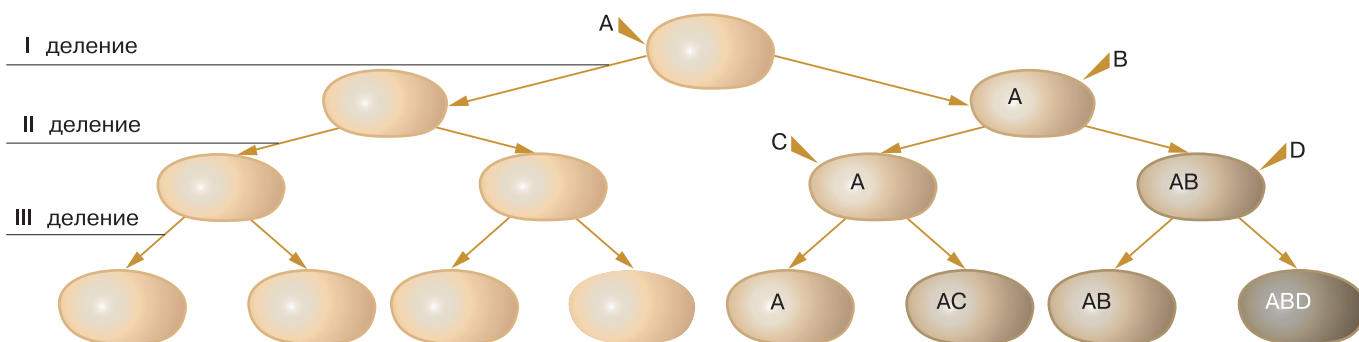
Лечение онкологических заболеваний

Сегодня существует три основных метода лечения раковых больных: хирургическое удаление опухолевых узлов, химиотерапия и радиолучевая терапия, причем в подавляющем большинстве случаев их приходится комбинировать.

Хирургическое вмешательство эффективно лишь тогда, когда процесс локализован и иссечение опухоли в пределах здоровых тканей не разрушает функционирование жизненно важных органов. В иных случаях, а также если первичный опухолевый очаг вовсе отсутствует, например, при лейкозах, применяют химиотерапию, которая теоретически должна поражать опухолевые клетки вне зависимости от их локализации.

Идею «химиотерапии рака» впервые сформулировал Пауль Эрлих в начале XX века. Однако сложности проблемы избирательного поражения опухолевых клеток без вреда для клеток нормальных вынудили Эрлиха отказаться от практической реализации идеи. И только в конце 40 – начале 50-х годов ушедшего столетия медики обнаружили химические соединения, которые не только останавливают деление и вызывают гибель опухолевых клеток в культуре, но и тормозят рост опухолей в организме. Первым официальным лекарством от рака стал эмбихин, впервые примененный на человеке в 1946 году. Созданный на основе иприта, боевого отравляющего вещества времен Первой мировой войны, эмбихин положил начало целому семейству противоопухолевых лекарств алкилирующего типа, применяющихся и поныне. За более чем полувековую историю своего существования химиотерапия выделилась в самостоятельную область клинической онкологии. Однако несмотря на значительные успехи в этой области, полного излечения с помощью одной химиотерапии удается добиться лишь при ограниченном круге опухолевых заболеваний, высокочувствительных к лекарственным препаратам: хориоэпителиоме матки, герминогенных опухолях яичка, лимфогранулематозе, лимфоме Беркита, острым лимфобластном лейкозе у детей. При химиотерапевтическом лечении больных саркомой Юинга, лимфосаркомами, аденокарциномами молочной железы и яичника, раком мочевого пузыря и некоторыми другими нозологическими формами химиотерапия позволяет получить значительный клинический эффект, но полностью излечиваются не более 10% больных. Еще скромнее выглядят результаты химиотерапии при лечении рака желудка, рака толстой кишки, немелкоклеточного рака легкого, а злокачественные опухоли пищевода, печени, под-

2
Схема клонального расщепления потомства мутантной клетки. A, B, C и D – случайно возникшие мутации



желудочной и щитовидной желез, рак почки и рак шейки матки проявляют значительную устойчивость к лекарственному лечению. Тем не менее использование химиотерапевтических препаратов при комплексном лечении этих опухолей оправдано, поскольку позволяет после удаления опухоли подавить рецидивы заболевания и развитие метастазов, а в предоперационном периоде помогает уменьшить размер опухоли и облегчить ее хирургическое иссечение.

Причина столь невысокой клинической эффективности лекарственных методов лечения опухолей заключается в том, что полного исцеления можно достичь, только поразив все без исключения опухолевые клетки. Требования к лечению инфекционных и паразитарных заболеваний не столь суровы – уцелевших после лечения паразитов «зачищает» иммунная система. А раковые клетки организму «родные», иммунная система на них не реагирует, и если уцелеет хотя бы тысячная их часть, опухоль восстановится до начальных размеров всего через 10 делений ($2^{10} = 1024$). Здесь и кроется основная трудность: истребить молниеносным ударом все опухолевые клетки не удается, а в процессе длительного лечения происходит не только восстановление популяции, но и ее прогрессия, с изменением свойств и спектра лекарственной чувствительности – всегда по направлению «от плохого к худшему». Так что химиотерапия наиболее эффективна на относительно ранних стадиях развития опухоли.

Открытие каждого нового класса химических соединений, обладающих противоопухолевой активностью, вызвало всплеск оптимизма, но всякий раз результаты оказывались значительно скромнее ожиданий. Первые лекарства от рака либо химически повреждали молекулы ДНК и белков (алкилирующие соединения: эмбихин, мелфалан, метилнитрозомочевина, циклофосфамид и др.), либо препятствовали процессу удвоения нити ДНК (антиметаболиты, первые из которых, метотрексат и 5-фторурацил, созданные в 1949 и 1956 годах соответственно, до сих пор применяют в онкологии). Позднее появились препараты, поражающие другие внутриклеточные мишени: противоопухолевые антибиотики (доксорубин, блеомицин), вещества растительного происхождения (винбластин, паклитаксел, этопозид), комплексные соединения платины (цисплатин, карбоплатин). Несмотря на то что эти химические соединения действуют в клетках на самые разные молекулярные мишени, их объединяет способность избирательно подавлять рост и вызывать гибель опухолевых клеток при относительно малом повреждении клеток нормальных тканей. Параллельно с поиском новых противоопухолевых препаратов шло изучение молекулярных механизмов действия на клетку уже найденных и применявшихся на практике лекарств. По мере развития представлений о механизмах противоопухолевой активности разных препаратов стало очевидным, что вопрос о низкой эффективности химиотерапии опухолей неразрывно связан с другим, не менее актуальным. По словам академика Н.Н.Трапезникова, многие годы возглавлявшего Онкологический научный центр после Н.Н.Блохина, если раньше онкологи ставили вопрос, почему не действуют лекарственные препараты, то сейчас вопрос ставится иначе: а почему они действуют? Ответ на последний вопрос был найден совсем недавно.

Большинство противоопухолевых препаратов «первой волны» было отобрано в результате экспериментального поиска химических соединений, убивающих преимущественно опухолевые клетки (их называют веществами с потенциальной противоопухолевой активностью). Для этого ученые исследовали, как действуют на культуры ра-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ковых клеток миллионы природных и синтетических веществ. Этот метод называется методом случайного отбора, по-научному – рандомизированным скринингом. Далеко не каждое из отобранных соединений может впоследствии стать лекарством. Позднее ученые специально синтезировали химические соединения, которые теоретически должны ингибировать те или иные ферменты, важные для процесса клеточного деления. В результате этих двух подходов к поиску лекарств и был создан весь современный арсенал противоопухолевых средств.

Однако избирательность химиопрепаратов не абсолютна: в процессе лечения они наряду с опухолевыми часто поражают нормальные клетки, в первую очередь быстро обновляющихся тканей: костного мозга, эпителия желудочно-кишечного тракта и волосяных фолликулов кожи. Но если поражение фолликулов вызывает только облысение – досадный, однако временный косметический дефект, то массовая гибель клеток эпителия и костного мозга представляет реальную угрозу жизни пациентов.

Эффективность консервативных методов лечения рака до настоящего времени ограничена не только побочным токсическим действием на клетки нормальных тканей, но и лекарственной устойчивостью опухолей. Подавляющее большинство противоопухолевых природных и синтетических химических соединений действует на клетки непосредственно, проникая в них и поражая многообразные внутриклеточные молекулярные мишени. Ранее медики полагали, что противоопухолевые препараты вызывают в клетке несовместимые с жизнью химические повреждения биомакромолекул – в первую очередь нуклеиновых кислот и белков. Однако по мере развития наших представлений о механизмах программируемой клеточной гибели становилось очевидным, что практически все противоопухолевые лекарства от препаратов «первой волны» (эмбихин, 5-фторурацил, хлорамбуцил, метилнитрозомочевина) до современных (гемзар, флудара, паклитаксел, гливек, ритуксимаб) и даже перспективных (TRAIL, ET-18-ОСН₃) весьма эффективно активируют программу клеточной смерти. Иными словами, цитотоксины не убивают клетки, а провоцируют их на совершение самоубийства. Несмотря на то что у раковой клетки нарушены функции генетического самоконтроля, лекарства, активирующие программу клеточной гибели, преимущественно поражают все-таки именно клетки опухоли! В этом состоит один из центральных парадоксов химиотерапии опухолей: система распознавания мутаций, поломка которой делает клетку восприимчивой к мутагенезу и ведет к ее опухолевому перерождению, представляет собой лишь часть «молекулярной кухни», реализующей программу клеточной гибели. Факт остается фактом – подавляющее большинство клеточных линий, то есть стационарно поддерживаемых в культуре раковых клеток одного происхождения, используемых для поиска противоопухолевых лекарств, способны к гибели в результате апоптоза.

Однако если действие противоопухолевых лекарств направлено именно на активацию программы клеточной гибели, то следует предположить, что раковая клетка, в которой генетическая программа ее собственной смерти повреждена или вовсе утрачена, должна оказаться устойчивой к действию всех известных препаратов. Доказательство такого предположения неожиданно было получено в нашей лаборатории в Онкологическом центре.

Клетки A4

В самом начале текущего века мы изучали активацию программы клеточной гибели моноклональными антителами к одному из рецепторов смерти, Fas. Этот рецептор появляется на поверхности зрелых лимфоцитов, а также присутствует на некоторых видах злокачественных лимфобластных клеток. Мы использовали моноклональные антитела к этому рецептору, которые имитируют действие природного лиганда FasL, возбуждают рецептор и активируют сигнал клеточного самоубийства. Для экспериментов мы выбрали хорошо известную линию Т-лимфобластных клеток человека Jurkat, выделенных много лет назад из крови больного лейкозом мальчика, на поверхности которых присутствует рецептор Fas. Добавление в питательную среду анти-Fas-моноклональных антител вызывает быстрое развитие апоптоза этих клеток. Нам нужно было получить культуру, в которой клетки были бы лишены этого рецептора или чтобы рецептор оказался неработающим, то есть клетки, полностью устойчивые к действию анти-Fas-антител. Для этого мы использовали известный прием клеточной селекции, выращивая культуру в присутствии микроскопических концентраций антител. По мере роста культуры концентрацию антител постепенно увеличивали, пока не получили клетки, прекрасно растущие в среде с антителами. Поскольку получен-

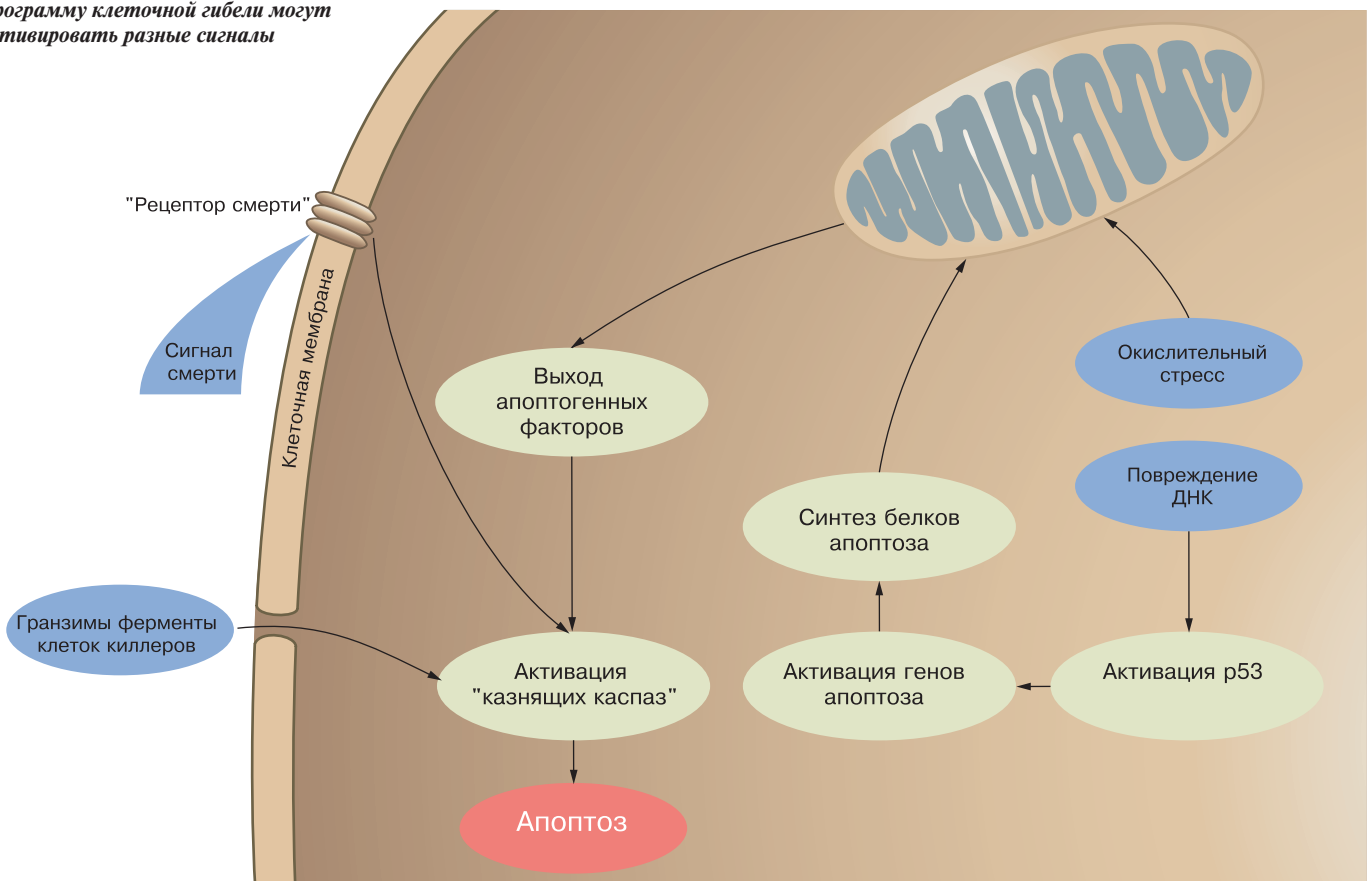
ная в результате этого эксперимента культура первоначально росла в чашке с номером A4, мы ее так и назвали – A4, еще не предполагая, что это чисто рабочее название присвоено совершенно уникальной клеточной линии.

По своему внешнему виду и набору поверхностных антигенов клетки A4 сходны с родительскими клетками Jurkat, но не имеют рецептора Fas, поэтому анти-Fas-антитела не стимулируют их гибель. Этот результат не был неожиданностью. Озадачивало другое: полученный клон в полной мере сохранил присущую родительской линии экспрессию рецепторов смерти других типов: APO-2 для лиганда TRAIL и TNFR-1 для цитокина TNF α , однако применение этих лигандов не вызвало у клеток A4 никаких признаков апоптоза, хотя каждый из них активировал программу гибели родительских клеток Jurkat. Объяснение этому феномену могло быть только одно: устойчивость клеток A4 к апоптозу обусловлена не отсутствием соответствующего рецептора смерти, а нарушениями в каскаде последующих реакций передачи апоптозного сигнала.

Поскольку сигнальные каскады от «внешних» (рецепторы) и «внутренних» (поражение внутриклеточных мишеней) сигналов апоптоза сливаются в общий исполнительный механизм, мы попытались запустить программу клеточного самоубийства, действуя не на внешние рецепторы, а на внутриклеточные триггеры. Для этого обрабатывали цитотоксическими лекарствами разных классов, индукторами окислительного клеточного стресса (перекисью водорода или витамином K₃), рентгеновским и ультрафиолетовым излучением. Во всех случаях доля клеток с признаками индуцированного апоптоза в популяции клона A4 оказывалась в 2–10 раз ниже, чем у клеток Jurkat.

Из наших результатов следует, что стимулы самой различной природы, активирующие программу клеточной гибели опухолевых клеток Jurkat, практически не вызывают

3
Программу клеточной гибели могут активировать разные сигналы



апоптоз клеток клона A4. Означает ли этот факт, что клетки A4 нельзя убить? Разумеется, нет. Клетки A4 можно умертвить, но такой дозой лекарства, которая несовместима с жизнью пациента. На родительскую линию Jurkat цитостатики действуют в концентрациях на один-два порядка ниже. Другими словами, не способные к апоптозу клетки A4 проявляют фенотип множественной лекарственной устойчивости.

Чтобы выяснить, как клеточная культура реагирует на то или иное лекарство, ее обычно обрабатывают препаратами в концентрации, вызывающей гибель ровно половины клеток (LD_{50}), и наблюдают за судьбой второй половины, пережившей токсическую атаку. В дальнейших исследованиях мы выращивали клетки обеих линий в среде с цитостатиками цисплатином, доксорубицином или этопозидом (каждое из этих лекарств вызывает апоптоз клеток Jurkat). Для клеток A4 концентрации лекарств LD_{50} были в 30 – 100 раз выше. Подсчет и морфологический анализ клеток, переживших цитотоксическую атаку, показал, что клетки Jurkat погибают в основном по механизму апоптоза, а клетки A4 – путем некроза, безвременной и неестественной кончины клетки, попавшей в невозможные для жизни условия; их ядро и цитоплазма набухают, а затем разрываются ядерная и клеточная мембраны. Различной оказалась и судьба потомков выживших в этих условиях клеток обеих линий: после пересева в полную питательную среду клетки Jurkat восстановили исходный облик и скорость роста через три недели, хотя в культуре было еще довольно много умирающих клеток. Потомки клеток A4 даже спустя три недели культивирования продолжали гибнуть в огромном количестве. В их популяции появились как многоядерные клетки, так и клетки с микроядрами – результат неравномерного распределения генетического материала в процессе деления.

Клетки Jurkat, служившие исходным материалом в нашем исследовании, не экспрессируют белок p53, поэтому их геном достаточно изменчив и склонен к накоплению дополнительных мутаций. Вероятно, клетки A4, отобранные из общей популяции в результате Fas-опосредованной селекции, представляют собой клон, появившийся в результате одной или нескольких таких мутаций, природа которых пока не установлена. Собственно, она и не важна и, скорее всего, представляет лишь один из множества возможных вариантов. Важен результат: утратив программу клеточной гибели, клетки A4 получили возможность выжить в присутствии таких высоких концентраций противоопухолевых лекарств, которые больной перенести не может, следовательно – формировать опухолевую ткань, абсолютно устойчивую к лекарственному лечению.

Поскольку клон A4 сформировался спонтанно, можно предположить, что и у онкологических больных клетки, утратившие программу клеточной гибели, могут возникать на разных этапах прогрессии опухоли, независимо от того, какими лекарствами их лечат. И весь имеющийся арсенал специфических противоопухолевых средств оказывается бессильным перед таким клоном.

Эта ситуация – печальное следствие применяемой до настоящего времени методологии отбора новых противоопухолевых лекарств, при которой используют клеточные линии, в большей или меньшей степени сохраняющие способность к программированной гибели. В результате такого скрининга отбирают наиболее эффективные индукторы апоптоза, которые не представляют реальной опасности для опухолевых клеток, утративших к нему способность.

Существует ли выход из тупика? Сегодня на этот вопрос нет ответа. Однако стоит обратить внимание на тот



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

факт, что выжившая после обработки цитотоксинами часть культуры A4 продолжала погибать на протяжении нескольких десятков клеточных делений, происходивших в отсутствие лекарственных препаратов. Этот известный в радиобиологии феномен называется «репродуктивной гибелью», которая наблюдается в том случае, если полученные клеткой генетические повреждения становятся смертельными после одного или нескольких циклов удвоения ДНК. Если же смерть клетки от внешнего воздействия происходит до первого деления, говорят об интерфазной гибели. Почему же «неубиваемые» клетки A4 гибнут без внешних причин? Как это ни парадоксально звучит, причиной их гибели является утрата способности к апоптозу.

«Обычные» раковые клетки сохраняют способность к апоптозу. Поэтому их часть, получившая опасные повреждения, самоликвидируется, но зато оставшиеся клетки продолжают размножаться, как в случае с Jurkat, и опухоль живет. А клеткам с утраченной программой гибели ничто не препятствует бесконтрольно накапливать мутации и другие потенциально опасные повреждения, которые могут и не приводить к смерти в интерфазе, но будут препятствовать нормальному процессу клеточного деления и разрушать работу генов, что в конце концов создаст ситуацию, несовместимую с дальнейшей жизнью. Поэтому с клетками, на которые не действуют индукторы апоптоза, можно попробовать бороться иным путем: стимулировать образование в них мутаций, чтобы сумма возникших генетических повреждений привела к утрате жизнеспособности их самих и в особенности их потомков. Для этой цели можно попытаться использовать супермутагены или хроническое облучение малыми дозами ионизирующей радиации. Успех будущих исследований во многом зависит от правильного выбора модели для поиска активных соединений.

Мы полагаем, что полученная нами линия клеток A4, а также подобные ей, могут оказаться полезными моделями для поиска принципиально новых противоопухолевых средств, действие которых не ограничится активацией апоптоза. Конечно, существует опасность побочного влияния таких веществ и на клетки нормальных тканей, ведь мутации будут возникать и в их геномах. Но, в отличие от опухолевых, в них продолжает функционировать механизм генетического самоконтроля, не позволяющий тиражировать генетические дефекты в следующих поколениях. Насколько перспективным окажется использование в лечебных целях супермутагенов, покажет будущее.



Опухоли в колбе

Т.С.Демина

Н

а борьбу с онкологическими заболеваниями брошены немалые исследовательские силы. И направлены они не только на создание новых лекарств и методов лечения, но и на создание моделей, которые позволят тестировать эти лекарства. Одна из последних разработок лаборатории полимеров для биологии Института биоорганической химии РАН – новая модель твердых (сблудных) раковых опухолей. Она не только точнее описывает поведение раковых опухолей в организме, но и позволяет сократить число экспериментов на животных.

Предположим, что есть новое лекарство от рака или вещество, которое может оказаться им. Его необходимо протестировать: посмотреть действует ли оно и какая доза нужна. Если проводить тестирование на отдельных раковых клетках, то результаты опыта могут оказаться недостоверными. Растущие поодиночке раковые клетки совсем не то, что опухоль в живой ткани.

«В жизни небольшая раковая опухоль представляет собой плотное скопление клеток. Поэтому и изучать воздействие различных лекарств надо на модели, которая как можно точнее повторяет их поведение в организме», — говорит доктор химических наук Елена Арнольдовна Марквичева, одна из создателей новой модели.

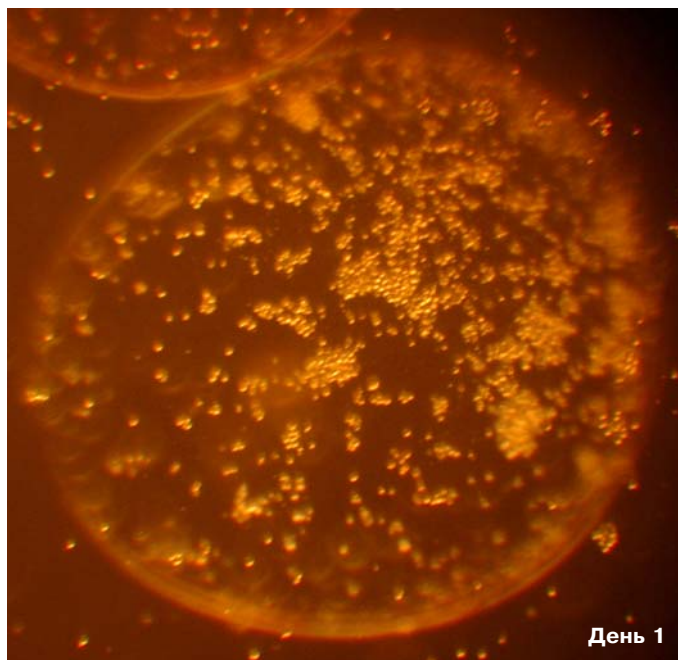
Новая модель – так называемые мультиклеточные раковые сфероиды – представляет собой микрокапсулы, в которые помещают раковые клетки. Оболочка позволяет различным веществам проникать к клеткам. А клетки, в свою очередь, могут брать из среды все, что им надо, и расти внутри капсулы. Проницаемость оболочки можно варьировать, изменяя толщину стенок. Сама капсула довольно маленькая, диаметром примерно полмиллиметра (фото).

Так в чем же преимущества данной модели? Во-первых, созданные таким образом раковые сфероиды имеют заданный диаметр. Во-вторых, можно собрать в плотное скопление те раковые клетки, которые неохотно агрегируют в растворе. В-третьих, раковые клетки можно выращивать вместе с другими клетками (макрофагами, моноцитами и др.), которые присутствуют в настоящей раковой опухоли. Подобное совмещение невозможно сделать другими методами.

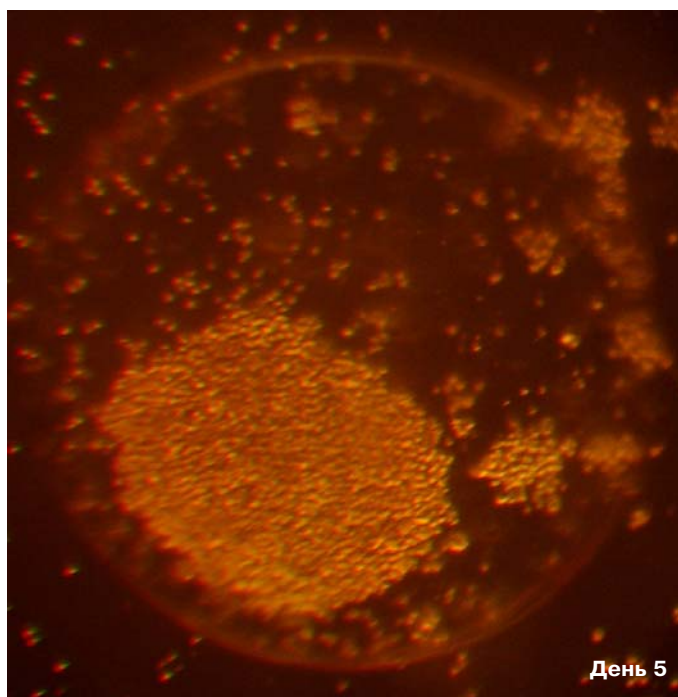
Есть и еще один аргумент в пользу раковых сфероидов – можно сократить число экспериментов на животных. Каждый новый препарат, как и новый метод лечения, испытывают на мышках, кроликах и т. д. Для одного эксперимента требуется не одна и не две мышки, а как минимум пятнадцать. Каждой из них прививают опухоль, она у нее вырастает, и лишь тогда на мышке начинают пробовать лекарства. И это только начальная стадия исследований.

Если заменить животных такой моделью, то это может упростить предклинические испытания. Для России это пока не настолько актуально, но в Европе опыты на животных жестко контролируют, и за мышкой и кроликом берутся только тогда, когда нет других вариантов.

Как уже говорилось, на созданной таким искусственным способом раковой опухоли можно пробовать новые лекарства и методы лечения. Например, на раковых сфероидах исследуют один из перспективных методов лечения раковых опухолей – фотодинамическую терапию.



День 1



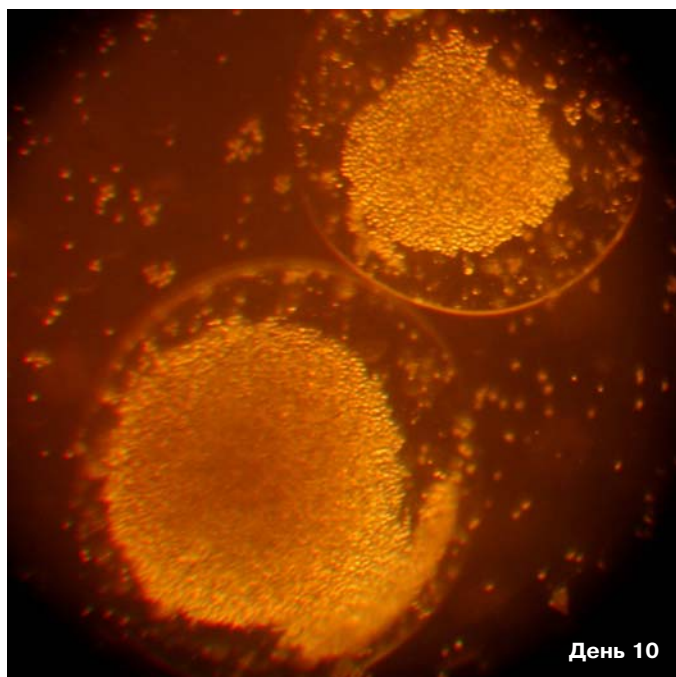
День 5

Фотодинамическая терапия основана на введении в организм светочувствительных веществ (фотосенсибилизаторов). Эти вещества избирательно накапливаются в опухоли. Затем на нее воздействуют потоком света с определенной длиной волны. Происходящая в результате фотохимическая реакция приводит к гибели раковых клеток.

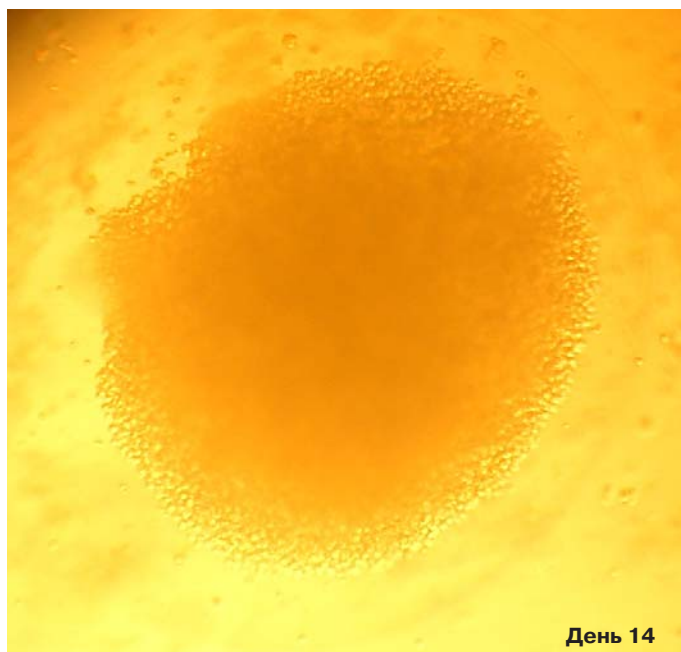
Таким образом, предварительные исследования на мультиклеточных раковых сфероидах позволяют минимизировать эксперименты на животных и заранее получить ответы на интересующие вопросы. Например, какую минимальную дозу надо использовать для облучения, чтобы был эффект, какое лекарство будет работать и в каком количестве. Понятно, что доза будет абсолютно не той, какая получится для отдельных раковых клеток.

Начинка в ассортименте

В Институте биоорганической химии РАН занимаются и помещением в микрокапсулы различных лекарств. Зачем это нуж-

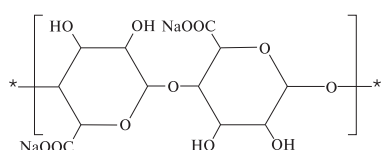


День 10

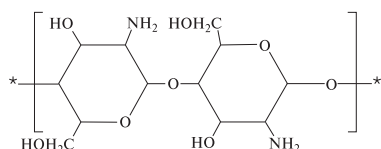


День 14

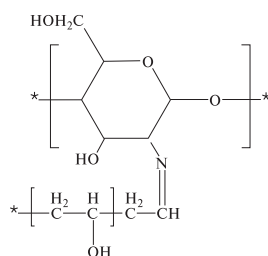
1
На этих фотографиях мы видим, как растут раковые клетки (миеломы мыши) в микрокапсуле. В первый день они свободно плавают внутри нее, но уже через две недели она становится для них тесной.



Альгинат натрия



Хитозан



Сополимер хитозана и поливинилового спирта

но? Чтобы обеспечить лекарству направленное действие либо эффективность в течение длительного времени. Микрокапсула тут нужна для того, чтобы доставить биологически активные вещества в целости и сохранности до места, где они должны действовать.

Если поместить в эти микрокапсулы не маленькие раковые опухоли, а десант против них, то он может быть доставлен только к раковым клеткам. Для этого нужно присоединить к полимерной оболочке функциональные группы, которые прореагируют с рецепторами раковых клеток. Ведь раковая клетка отличается от нормальной наличием этих самых рецепторов. Если на микрокапсуле с лекарством имеются специальные молекулы (лиганды), которые взаимодействуют именно с этими рецепторами, то лекарство будет доставлено только к раковой клетке. Таким образом, решаются сразу две задачи: защита лекарства и его направленная доставка. Точно так же лекарство можно избирательно доставлять и в другие клетки, органы и ткани, например в печень.

Вместо лекарства в микрокапсулы можно поместить своеобразные «фабрики лекарств», то есть клетки, которые производят что-то полезное, например, инсулин. Капсулы можно имплантировать в организм (под кожу), и больной диабетом человек в течение определенного времени будет получать свою дозу инсулина без инъекций.

Еще одно возможное применение - создание вакцин одно-разового действия. В качестве биологически активного вещества выступает антиген. Введение его в организм вызывает защитную реакцию – вырабатываются антитела. Например, если человека укусила бешеная собака, то приходится полгода делать уколы. А вакцина на основе микрокапсул позволяет сделать всего один укол. Микрокапсулы разрушаются не сразу, а циркулируют в крови и высвобождают антиген постепенно.

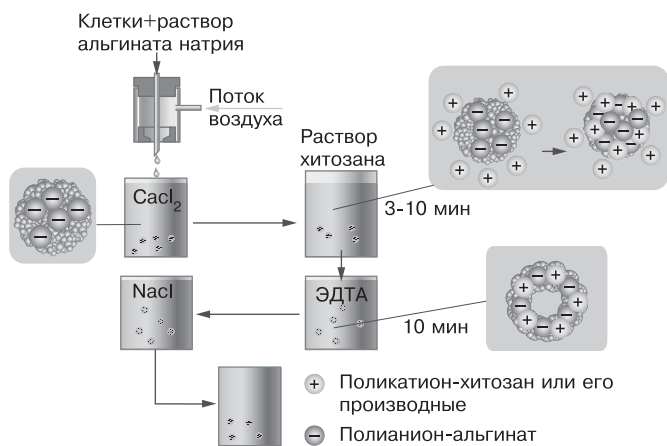
Что нам стоит дом построить

Теперь, когда мы определились с назначением микрокапсул, поговорим о том, как их делают. Но этот вопрос не прост. Например, когда мы начинаем проектировать дом, то обязательно прикидываем, какие материалы возьмем для его постройки, чтобы он получился прочным и удобным для жильцов.

Клетки не хуже нас. Значит, материал, который мы возьмем для микрокапсул, должен, во-первых, обладать хоть какой-то прочностью, а, во-вторых, существовать в тех же условиях, что и живые клетки. К таким условиям относятся среда, она должна быть нейтральной (рН = 6–7), и температура (около 37°C). В качестве материала для микрокапсул используют природные полимеры – хитозан и альгинат.

Как известно, полимер – вещество с большой молекулярной массой, которое состоит из множества повторяющихся звеньев, соединенных между собой. Альгинат натрия – соль альгиновой кислоты, она присутствует в морской капусте и объясняет многие ее полезные свойства. А хитозан получают из хитина – вещества, которое содержится в панцирях членистоногих и стенках клеток грибов и придает им жесткость.

Однако хитозан растворяется только в кислых средах, а это никак не назовешь комфортными условиями для клеток. Чтобы повысить растворимость хитозана в нейтральных средах,



2
Схема получения микрокапсул

можно уменьшить его молекулярную массу, то есть сделать его молекулы короче.

Но для инновационной модели логично использовать не менее инновационный продукт, благо фундаментальные исследования на месте не стоят. В Институте синтетических полимерных материалов РАН, а именно в лаборатории твердофазных химических реакций, разработали новый материал для медицинского применения, который хорошо растворяется в нейтральных средах, — привитой сополимер хитозана и поливинилового спирта. Привитой сополимер состоит из основной полимерной цепи (хитозан) и боковых ответвлений (поливиниловый спирт).

Этот сополимер получают в твердом агрегатном состоянии, без растворителей. Реакционную смесь, состоящую из хитина, поливинилового спирта и щелочи, помещают в экструдер. При приложении давления и сдвиговых напряжений в смеси происходят химические реакции и образуется совершенно новый полимер.

Еще одна причина, по которой именно альгинат натрия и хитозан (или его производные) используют в качестве материала для микрокапсул, — у них имеются заряженные группы. Группы альгината натрия заряжены отрицательно, то есть он полианион, а хитозан — поликатион. Почему это так важно, станет ясно чуть позже.

Внимание, фокус!

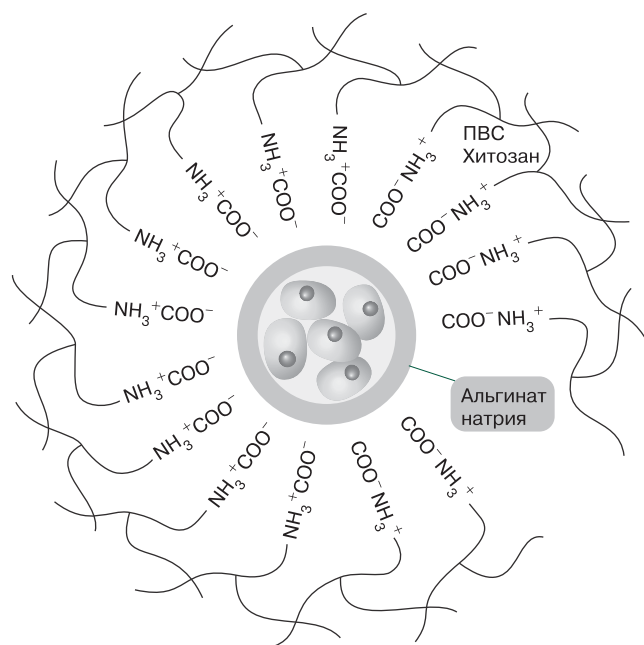
Вот теперь можно подумать, как поместить клетки в микрокапсулу. Правда, интересный вопрос? Сотрудники лаборатории предложили сделать это на стадии получения самих микрокапсул.

Сначала клетки смешивают с альгинатом натрия и с помощью специального прибора формируют из них капли заданного диаметра. От размера капли зависит и конечный размер микрокапсул (рис. 2).

Смесь раствора альгината натрия и клеток течет вниз по игле. К ней подается поток воздуха под повышенным давлением. Это нужно, чтобы капельки, образующиеся на кончике иглы, отрывались быстрее и, следовательно, имели бы меньший диаметр.

Если рассматривать этот процесс с точки зрения физики, то к капелькам, формирующимся на кончике иглы, прикладывается дополнительная сила. Без подачи воздуха есть только сила тяжести. Воздух добавляет еще одну, тянущую капли вниз.

Капли сразу попадают в раствор CaCl_2 . Кальций замещает натрий, и вместо альгината натрия получается альгинат кальция. В чем разница? Кальций в отличие от одновалентного



3
Вот как устроена оболочка микрокапсулы

натрия двухвалентен — он хватает сразу два альгината, и тот превращается в нечто похожее на желе (гидрогель).

Затем полученные таким образом желеобразные микрогранулы на основе альгината кальция переносят в раствор хитозана.

Хитозан, как мы помним, поликатион, и он начинает взаимодействовать с полианионом — альгинатом. Противоположно заряженные группы начинают сближаться, образуя сеть взаимопроницающих полимеров. Чем дольше выдерживать микрогранулы на основе альгината кальция в хитозане или в его сополимере с поливиниловым спиртом, тем толще будет стенка микрокапсулы. Если поместить их туда минут на десять, толщина оболочки составит примерно пятую часть от размера всей микрокапсулы.

Потом микрогранулы перемещают в раствор натриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА). Этот раствор с заковыристым названием убирает ставший ненужным кальций и позволяет растворить середину микрогранулы. Как это происходит? Тот альгинат кальция, который не связался с хитозаном, так как был в центре микрогранулы, реагирует с ЭДТА и переходит в растворимую форму — альгинат натрия. И он вымывается из микрогранулы.

В результате всех этих действий клетки оказываются внутри микрокапсулы на основе комплекса альгината и производных хитозана (рис. 3).

Готовые микрокапсулы с клетками попадают в питательную среду. Через полупроницаемые стенки капсулы они могут брать из среды все необходимые вещества. Эти операции должны занимать не более 40 минут, иначе многие клетки погибнут.

Подобные микрокапсулы, так же как и модели на их основе, не сказки из далекого будущего, а задачи, над которыми уже сегодня работают ученые. Институт синтетических полимерных материалов РАН создает материалы для микрокапсул, фармацевтические институты создают новые лекарства, а Институт биоорганической химии РАН помещает их в микрокапсулы. Такие вот объединенные усилия порой дают неплохие результаты. Очень хочется надеется, что они смогут в итоге увеличить число побед над раком.

Автор благодарит Дарью Зайцеву-Зотову за терпение и подробные объяснения.



Рак — нарушение метаболизма?



ДИСКУССИИ

Нам показалось интересным мнение Лорена Шварца — онколога, который работает в парижском госпитале Питье-Сальпетриер, а также возглавляет исследовательскую группу в Политехнической школе (это знаменитая французская высшая школа, основанная в 1794 году). Он считает, что мы так и не научимся лечить рак, пока не найдем первопричину, вызывающую болезнь, и высказывает предположение, что ищем не там. Предположение смелое, но ведь именно в спорах рождается истина. Полный текст интервью опубликован в журнале «La Recherche» (2008, № 11)

А если врачи ошибаются, когда ищут различные причины разных видов рака? Может быть, причина одна и совсем простая, а мы слишком сложно мыслим, поэтому и не можем ответить на этот вопрос?

Американский журнал «Fortune» написал в 2004 году, что мы практически проиграла войну с раком. Я совершенно с этим согласен. Оглянемся вокруг: центры заполнены онкологическими больными. В последнем докладе Французской академии наук четко сказано, что эффективность современного лечения этой болезни очень невелика. Многие книги, недавно вышедшие в США, также говорят о том, что возможность лечения весьма ограничена и что мы никак не продвигаемся в лечении злокачественных опухолей. И вообще, все, что хоть как-то касается рака, вызывает ожесточенные дебаты: предупреждение (пользование мобильным телефоном, здоровый «антираковый» режим), массовая ранняя диагностика рака груди и т. д. Вопросов все больше, обсуждать их всегда сложно, а ответов на них нет. Я бы сказал, ситуация похожа на ту, что была с туберкулезом в прошлом веке.

В 1946 году Огюст Люмьер — тот самый, который придумал автохромный процесс получения цветных изображений и кино, а по профессии был врачом, — написал книгу о туберкулезе. Там сказано, что туберкулез трудно диагностировать, поскольку палочка Коха может жить в легких, в костях и в мочевом пузыре. Туберкулез, как и рак сегодня, мог быстро привести к летальному исходу или, наоборот, прогрессировал очень медленно. Санатории были забиты больными. Что касается причины туберкулеза — врачи того времени винили наследственность и даже окружающую среду. Не правда ли, по многим параметрам похоже на рак? Самое грустное — в то время не было никакой надежды на нормальное лечение. Революция произошла в 40-х годах XX века, когда открыли антибиотик стрептомицин и он оказался эффективным против этой страшной болезни. Первые же клинические испытания на нескольких десятках пациентов показали, что лекарство найдено. Смертность резко уменьшилась, а санатории опустели. Я думаю, в лечении рака произойдет что-то подобное.

Уверен, что решение совсем рядом и, возможно, окажется таким же простым, как стрептомицин в туберкулезе. Может

быть, надо упростить проблему рака. Генеральность Коха была в том, что после открытия своей палочки в 1882 году он смог распознать в разнообразных клинических проявлениях одну болезнь, вызванную этим возбудителем. В случае рака все наоборот. Нет реального понимания болезни, поэтому современная онкология вслепую объединяет рак в разные группы — по гистологии или по способу лечения. Речь уже идет не об одном раке, а об их большом количестве, о разных стадиях. Это дробление, возможно, увело нас от понимания самой болезни.

Многие исследователи считают, что рак — следствие многочисленных поломок в геноме, и эта теория небезосновательная. В 1908 году нью-йоркский исследователь Пейтон Роуз доказал, что вирус вызывал саркому у кур. Роуз шел вслепую, поскольку технически еще не мог увидеть вирус. Он размолок куриную опухоль, сделал раствор и отфильтровал его. Потом впрыснул полученную жидкость цыплятам, которые после этого заболели саркомой. Сегодня известно, что причина такого рака — вирус SRC, который встраивает свой геном в ДНК клетки и заставляет ее делиться.

К концу XX века уже казалось, что все факты только подтверждают центральную роль генетических факторов в появлении рака, начиная с множественных поломок генов, которые обнаружили в раковой клетке. Но сегодня онкологи уже не уверены, что в этом главная причина. Правда, говорят об этом шепотом. Эта теория не отвечает на все вопросы. Почему, например, химически инертный асбест может вызывать генетические повреждения? Исследователи ввели опухолевые клетки мышкам. У одних животных они спровоцировали образование метастазов в печени, у других просто смешались с нормальными клетками печени. Почему? И если рак связан с аномалией в геноме, как говорит современная теория, то почему некоторые формы рака возникают и без воздействия канцерогенов (асбеста и т. д.)?

За последние 20 лет ученые сильно продвинулись в понимании механизма деления раковых клеток и создали лекарства, продлевающие жизнь больных. Но это не значит, что мы поняли природу этой напасти!

Как вылезти из этой колеи? Проверяя гипотезы. В онкологии очень многое уже сказано. Поэтому надо «отойти от карти-

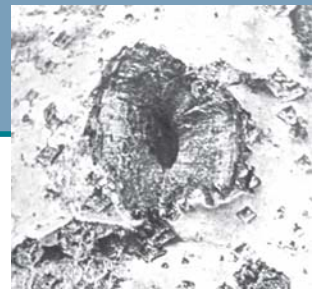
ны подальше», как в музее, чтобы поменяться ракурс и мы смогли увидеть все полотно целиком.

У рака, с моей точки зрения, есть отличительная черта: хроническое воспаление. Многие формы рака начинаются с хронического бронхита, цирроза печени, то есть постоянного раздражителя. Воспаленные ткани более горячие, чем окружающие, они потребляют больше питательных веществ, в частности глюкозы. Эта идея не нова. Начиная с 1920 года немецкие ученые исследовали клеточный метаболизм. Среди них был Отто Варбург, великий биохимик и будущий лауреат Нобелевской премии. Он заметил, что раковые клетки потребляют больше глюкозы, чем нормальные, и производят избыток молочной кислоты. Почему? Потому что раковые клетки извлекают из глюкозы очень мало энергии. Чтобы получить ее столько, сколько нужно нормальной клетке, им нужно в 18 раз больше глюкозы. При этом она разлагается не полностью и продукты ее распада накапливаются и реагируют между собой. Клетка растет, начинает делиться. С такой точки зрения рак — метаболическое заболевание.

Кстати, в онкологии используют это свойство опухолей. Чтобы найти ее в организме, аналог глюкозы вводят в вену пациенту. Раковые клетки захватывают ее, как и глюкозу, но не могут «переварить». Молекулы накапливаются в опухоли, что и позволяет ее обнаружить. Можно многое почерпнуть из довоенных исследований, но это единственное, что онкологи взяли из исследований Варбурга. Правда, и он ошибался кое в чем: например, утверждал, что у раковых клеток неисправны митохондрии. Сегодня известно, что с митохондриями у них все в порядке, но нарушена система транспорта глюкозы к митохондриям. Это объясняет, почему раковая клетка извлекает так мало энергии из глюкозы.

Так или иначе, в теории Варбурга есть рациональное зерно. Ее совершенно незаслуженно забыли. Наша исследовательская группа сейчас пытается переосмыслить и проверить некоторые подобные забытые теории. Мы сможем отказаться от постановки дорогих экспериментов, когда просто упорядочим то, что нам известно. Продолжая помогать больным теми средствами, которые уже придуманы, надо обязательно найти первопричину этой страшной болезни.

Лорен Шварц
перевод В.Лешиной



ЭНЕРГЕТИКА

Альтернатива тепловым электростанциям



Сегодня себестоимость энергии, получаемой за счет использования альтернативных источников, таких, как сила ветра, свет Солнца или сжигание водорода в топливном элементе, как правило, выше электроэнергии, вырабатываемой тепловыми и атомными электростанциями. Один из способов повысить экономическую эффективность — одновременное производство электроэнергии и, например, тепловой энергии. Автономная алюмоводородная энергетическая установка, спроектированная в Санкт-Петербурге, может производить не только электроэнергию и пар, но еще и бёмит, используемый при изготовлении катализаторов (vikonnikov@rscac.spb.ru).

Сотрудники ФГУП РНЦ «Прикладная химия» предложили проект автономной энергетической установки, которая вырабатывает электричество в результате окисления алюминия и водорода (об аналогичном проекте ученых из Института новых энергетических проблем РАН см. «Химию и жизнь», 2008, № 3). Принцип ее работы таков. Алюминиевый порошок заливают в реакторе водой или раствором щелочи, при давлении и нагреве он окисляется. Водород, вытесненный из молекулы воды, отводится из реактора и направляется в топливный элемент, который вырабатывает энергию в результате реакции водорода с кислородом. Горячие продукты этой реакции, а также пар, который выходит из реактора вместе с водородом, могут быть направлены на отопление помещения или выработку электроэнергии в газопаровой турбине.

Алюминий легче доставлять в отдаленные районы, чем, скажем, жидкую солянку: бочки с его порошком можно при необходимости сбрасывать с вертолета. В результате реакции с водой может образовываться бёмит, оксид-гидроксид алюминия. Это соединение многим знакомо — основа альмагеля, средства от гастрита и язвы желудка. В еще больших объемах бёмит идет на изготовление носите-

лей для катализаторов. Алюмоводородная установка не загрязняет окружающую среду в месте своей работы (грязь концентрируется на заводе по производству алюминия и на электростанции, которая дает электричество для этого производства). Дополнительные доходы получаются от продажи нанопорошка бёмита.

Установка, созданная учеными из «Прикладной химии» во главе с В.К.Иконниковым, может работать на дешевом крупном порошке алюминия, обладающем 3-м классом взрывоопасности (как табачная пыль). В ее состав входят топливный элемент и паровая турбина: их совместное использование позволяет добиться, чтобы электроэнергия оказалась не дороже той, что генерируют дизельные электростанции.

Авторы разработки сконструировали действующий образец энергоустановки, а Редкинский опытный завод по производству катализаторов планирует создание установки, в которой водород будет использован для регенерации катализаторов. Получаемый бёмит послужит носителем для них. Предполагается, что алюмоводородные энергоустановки можно применять для организации электро- и теплоснабжения удаленных поселков, отдельно стоящих туристических и торговых комплексов, элитных коттеджей, на объектах МЧС и Минобороны, в химическом производстве.

Работа выполнена при поддержке Роснауки в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2012 годы».

химия

Растворить нерастворимое

Нередко долгие трудные поиски нового лекарственного соединения оказываются напрасными: если препарат не растворяется в воде, он не пригоден для медицинских целей. Ученые из Государственной академии тонкой химической технологии им. М.В.Ломоносова, Института молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН и ООО «Березовый мир» нашли способ растворить в воде ценнейший препа-

рат — сухой экстракт бересты (biotechnology@mtu-net.ru).

«Бересты экстракт сухой», или БЭС, — это смесь биологически активных веществ тритерпеноидов: бетулина, лупеола и кофеата бетулина. БЭС обнаруживает противовирусное, противовоспалительное, гепатопротекторное, желчегонное, противоопухолевое, ранозаживляющее и антимикробное действие, может быть полезен в медицине и ветеринарии. Однако вещества, составляющие смесь, практически нерастворимы в воде, а это затрудняет их изучение и производство лекарственных средств на их основе.

Ученые нашли выход: если препарат не удастся перевести в раствор, надо создать дисперсию, взвесить частичек в воде. Исследователям удалось получить дисперсии бетулина с концентрацией, в 240 раз превышающей его обычную растворимость. Для этого воду добавляли в смесь растворов БЭС в тетрагидрофуране и яичного фосфатидилхолина в этаноле. Тетрагидрофуран превосходит по своим качествам другие растворители, например ацетон и диоксан, а яичный фосфатидилхолин работает стабилизатором, предотвращая слипание образовавшихся частиц.

К сожалению, эти дисперсии нельзя стерилизовать нагреванием. Если готовую дисперсию прогревать в течение часа при 100°C, количество сферических частиц в ней уменьшается, выпадают кристаллы бетулина. Ученые заметили, что бетулин кристаллизуется при разных условиях, но вытянутые частицы возникают при чередовании компонентов БЭС и яичного фосфатидилхолина. Если же стабилизирующего вещества нет, то в дисперсии не образуются ни кристаллы, ни вытянутые частицы, а только сферические частицы размером около 120 нм.

Это наблюдение позволило предложить другой, более простой способ получения дисперсии наночастиц: надо быстро добавить 25-кратный избыток холодной (4°C) воды к раствору БЭС в тетрагидрофуране.

Новый метод не только решает проблему растворимости БЭС в воде: по мнению авторов, его можно использовать для доставки в организм других низкомолекулярных лекарственных препаратов, плохо растворимых в воде и хорошо — в тетрагидрофуране.



ЭКОЛОГИЯ

Парниковые газы животноводства

Пятая часть антропогенных выбросов метана приходится на сельское хозяйство. Доктор биологических наук А.А.Романовская из Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН рассчитала ежегодную его эмиссию в животноводстве Российской Федерации за 1990—2004 годы (an_roman@mail.ru).

Выяснить, сколько метана выделяют сельскохозяйственные животные и производимый ими навоз, можно, лишь точно зная рацион скота. От качества кормов зависит их усвояемость (неусвоенные покидают организм, в том числе с кишечными газами).

Автор учла эмиссию от систем сбора и хранения навоза, из кишечника основных видов животных — крупного рогатого скота, свиней, овец, коз, мулов, ослов, лошадей, верблюдов, кроликов, северных оленей, лис, песцов, норок, нутрий и разных видов птиц. Данные об их численности взяты из отчетных материалов и официальных статистических изданий Росстата. Понадобилось оценить валовую энергию кормов, потребляемую одним животным в год, вывести коэффициенты удельной эмиссии метана от кишечной ферментации и систем сбора, хранения и использования навоза. Пришлось оценить и объем навоза, остающегося на летних пастбищах.

Почти 90% кишечного метана приходится на крупный рогатый скот. Из кишечника среднестатистической коровы исходит довольно много газа. По-видимому, животным дают грубые корма, которые плохо усваиваются: значительная часть их энергии уходит в атмосферу. С 2001 года надои от одной коровы по сравнению с серединой 1990-х годов возросли, а выбросы метана остались на прежнем уровне. За это время улучшились условия содержания животных, с 17,3 до 47,3% возросла доля поголовья в фермерских и частных хозяйствах, где стараются отбирать высокопродуктивных коров. Рацион существенно не изменился, но такие животные используют его более эффективно.

Концентраты и комбикорма коровий организм лучше переваривает и полнее усваивает, чем грубую пищу, а это позволяет снизить эмиссию метана, повысить продуктивность животноводства при меньшем поголовье, что выгодно как с

экономической, так и с экологической точки зрения. В России есть значительный потенциал снижения выброса метана в животноводстве с одновременным наращиванием объемов «производства».

Что касается «навозной» составляющей, у нас в стране она меньше, чем на Западе: навоз коров и свиней хранят в твердом виде, метана из него выделяется меньше, чем при жидких или анаэробных системах хранения, принятых за рубежом. В 1990 году общая антропогенная эмиссия CH_4 составила 4 865 тысяч тонн, из которых только 353 тысячи — от систем сбора и хранения отходов жизнедеятельности. В течение последующих лет выбросы снижались, и в 2004 году они не превышали 44% от уровня 1990 года (1979,7 тысяч тонн — кишечная ферментация, 164,9 тысяч тонн — навоз и помет).

К сожалению, этим мы обязаны резкому уменьшению поголовья животных и птицы из-за спада производства в агропромышленном комплексе.

ЭКОЛОГИЯ

Гигантским устрицам не нравится в Черном море



Специалисты Института биологии южных морей и Института ботаники НАН Украины впервые описали случаи раковинной болезни у гигантской дальневосточной устрицы, которую культивируют в Черном море. Дальневосточные гости, весьма устойчивые к внешним воздействиям, заболели из-за сильного истощения (maricultura@mail.ru).

Раковинная болезнь характерна для вод Западной Европы, она известна там с 1887 года. Ее возбудитель — морской микрогриб *Ostracoblade implexa* — состоит из бесцветных разветвленных нитей грибицы размером 1,5—2,5 мкм. Он поражает все виды устриц и широко распространен. В 30-е годы XX века болезнь приобрела массовый характер в Нидерландах, с 1947 по 1970 год — во Франции. Устричная индустрия несла большие потери. В середине 70-х годов болезнь распространилась на все устричные банки Черного моря. В северо-западной его части природные запасы моллюска за два-три года сократились в 9—11 раз.

В 1994 году черноморская устрица попала в перечень видов, охраняемых госу-

дарством. В начале 80-х вместо исчезающего вида заселили дальневосточную устрицу, почти вдвое больше, достигающую 13 см в длину и менее чувствительную к внешним воздействиям. Моллюсков выращивали на фермах в специальных садках, напоминающих пластмассовые ящики для овощей.

В мае 2007 года во время плановой чистки садков на мидиево-устричной ферме в Карантинной бухте близ Севастополя (а их целый год не приводили в порядок) специалисты обнаружили неладное: некоторые устрицы в них не только не выросли, а погибли. После тщательного обследования ученые зафиксировали раковинную болезнь. Грибок поразил края раковины, замок и место прикрепления мускула-замыкателя. При поражении замка или места прикрепления мускула створки раковины плохо смыкаются, устрицы погибают. Грибы также выделяют токсичные вещества. Раковинная болезнь убила пять устриц из каждых двенадцати погибших. Ученые полагают, что в дальнейшем потери могут составить полтора процента.

Все большие устрицы были истощены, с неразвитыми половыми железами, поврежден внутренний слой раковины, усилена секреция слизи, которая, вероятно, служит питательной средой для паразита. После гибели хозяйки грибок продолжает существовать в раковине, возможно, в симбиозе с микроводорослями. Украинские исследователи впервые обнаружили, что грибок вступает во временный союз с водорослью кокколитофоридой, от которой получает продукты фотосинтеза в обмен на необходимые ионы кальция и углекислый газ.

В июле—августе 2006 года температура воды в Карантинной бухте превышала 20°C, что благоприятствует развитию раковинной болезни. Здесь песчано-илистое дно, во время зимних штормов в садках скопились ил и продукты жизнедеятельности устриц, которые покрыли мантии и жабры многих моллюсков. Снаружи нечищенные садки обросли полипами, вода внутрь поступала плохо — устрицы голодали. В иле были споры грибов, которые прорастали на раковинах ослабленных устриц. Внутри они попадали, по-видимому, через выемку между створками в переднем крае раковины.

Авторы изучают жизненный цикл и возможные модификации гриба в разных условиях, а затем приступают к разработке мер борьбы с ним.





Беломорские рогульки

Кандидат
геолого-минералогических наук
Е.М.Гурвич,
О.Быстрова

На Терском берегу Кольского полуострова, на широкой плоской литорали возле устья реки Оленицы, можно обнаружить удивительные каменные образования – сростки кристаллов янтарного цвета (рис. 1). Часто они окружены серой твердой породой, из которой выступают лишь вершины спрятанных в ней кристаллов (рис. 2). Называют их беломорскими рогулками. С ними связана тайна, уже разгаданная, но долго не дававшая покоя геологам.

Дело в том, что минерал, слагающий рогульки, – кальцит. Это подтверждает и его химический состав (CaCO_3), и тип кристаллической решетки. Однако форма кристаллов в рогулках и их симметрия вовсе не свойственны кальциту (рис. 3). Кальцит здесь заместил какой-то другой минерал, сохранив форму его кристаллов, – такое явление геологи называют псевдоморфозой.

Для многих псевдоморфоз исходные минералы хорошо известны. Бывает, что замещение идет по различным изделиям и даже по живому существу. Например, в Минералогическом музее им. Ферсмана в Москве можно увидеть мышку, замещенную

медным минералом, с лапками, усиками и хвостиком; был даже описан случай полного замещения пиритом человека, упавшего в шахту.

Образования, подобные беломорским рогулкам, были найдены в мире во многих местах и в отложениях различного возраста (см. таблицу). Ученые никак не могли определить, какой минерал в них замещен кальцитом. Предположений делалось много: гейлюссит ($\text{CaNa}_2[\text{CO}_3]_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), хлорокарбонат кальция, целестин ($\text{Sr}[\text{SO}_4]$), тенардит ($\text{Na}_2[\text{SO}_4]$), глауберит ($\text{CaNa}_2[\text{SO}_4]_2$), гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Поскольку было неясно, по какому минералу развиваются псевдоморфозы кальцита такого необычного облика, им дали множество местных имен. В Австралии эти образования называли глендонитом в честь поселка Глендон, в Англии – ярровитом по месту Ярроу-Слак, в Ка-



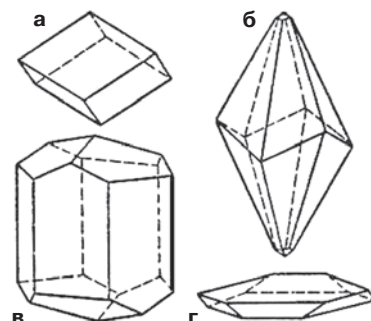
2
Беломорская рогулька в округлой конкреции

1
Беломорская рогулька. Сросток кристаллов

наде – фандулитом по заливу Фанди. Их также прозвали тинолитом – от греческого слова «тинос», означающего «берег», «ячменными зернами» – по форме выделений, найденных в Тюрингии и Саксонии, геннойшами (молотковыми камнями) в Японии, на Сахалине и Камчатке. В Австралии, где кальцит дополнительно замещен опалом, подобные образования получили название «опаловые ананасы». Палеонтолог А.Ю.Иванцов обратил наше внимание на антраконит из ордовикских отложений Ленинградской области. Там друзы кальцита удивительно похожи на «звезды» глендонита, только очень темные из-за большого количества органики. В Музее земледования МГУ в витрине представлена кальцитовая друза из юрских отложений Якутии, тоже напоминающая глендонит. Самые крупные, размером более метра, кристаллы этого камня найдены в Дании и носят название «молерские кресты» (по слоям, в которых они обнаружены, – молер-седиментам).

Споря о происхождении глендонита и его родственников, геологи не знали, что к разгадке давным-давно приблизились химики. В 1831 году французский исследователь Теофиль Жюль Пелуз синтезировал вещество состава $\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – гексагидрат карбоната кальция. Однако его открытие затерялось в аналах химии, по-видимому не оказав влияния на минералогию.

Секрет глендонита был раскрыт только во второй половине XX века. В 1962 году датский исследователь Ханс Паули обследовал Икка-фьорд в Гренландии, где температура воды



3
Формы кристаллов, типичные для кальцита



4

Икка-фьорд в Гренландии



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

летом всего 3°C у дна и 7°C в метре от поверхности (рис. 4). Ученый с удивлением обнаружил целые группы колонн, поднимающихся со дна фьорда на 10–20 м.

Колонны были сложены минералом, который в честь фьорда получил на-

звание икаит. Однако изучить его оказалось непросто: попадая на поверхность, новый минерал на глазах превращался в кальцит и лужицу воды. Постепенно стало понятно, что именно икаит задавал форму, которую принимал кальцит в глендоните или рогульках.

Уже в 70-е годы прошлого века Г.Марланд установил, что при комнатной температуре кристаллы икаита стабильны лишь при давлении более 5 килобар, а при нормальном давлении он может образоваться лишь при низкой, около –20°C, температуре. Холодолюбивый минерал сохраняется только до +3–4°C, а

выше этой температуры разлагается, отдавая кристаллизационную воду.

В 1982 году Е.Зюсс и его сотрудники сообщили, что нашли крупные кристаллы икаита янтарного цвета в керне глубоководной скважины, пробуренной в проливе Брэндфилд антарктического шельфа. В те же 80-е годы Дж.Янсен обнаружил икаит у берегов Заира в Африке, на глубине более 3 км – там, где подводные потоки скатываются с шельфа по континентальному склону (эти отложения потоков образуют Заирский фэн).

После этого возник еще один вопрос: почему же из углекислого газа и ионов кальция формируется эфемерный в поверхностных условиях икаит, а не какая-нибудь стабильная форма карбоната кальция? Эта соль, как и многие другие вещества, образует не один, а три разных минерала с одинаковым химическим составом, но разным кристаллическим строением: кальцит (тригональный), арагонит (ромбический) и фатерит (гексагональный). Эта способность одного и того же вещества в разных условиях среды образовывать различные кристаллические структуры называется полиморфизмом. Кристаллограф Дж.Бишофф и его коллеги доказали, что в отличие от безводных карбонатов кальция (кальцита, арагонита, фатерита) растворимость икаита падает с понижением температуры, так что в ледяной воде он образуется с большей вероятностью, чем другие карбонаты кальция. Однако этого недостаточно. Дэниэл Ларсен выяснил, что для получения икаита нужно еще большое количество CO₂, а также ингибитор возникновения зародышей кальцита и арагонита, которым обычно служат соединения фосфора. Эксперименты показали, что при 6°C фосфат уже в концентрации 1,5 ppm препятствует росту кальцита и позволяет расти моноклинному икаиту. Т.С.Краевая и ее коллеги выяснили, что помимо восстановительной среды, большого количества органического вещества и CO₂, производимого бактериями, для образования икаита

Эпохи образования и места нахождения икаита и глендонита

Эон	Эра	Период	Места нахождения икаита или глендонита	
ФАНЕРОЗОЙ	КАЙНОЗОЙ	ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ	Икка-фьорд (Гренландия). На выходах источников, колонны до 20 м высотой и до 10 м в диаметре. В отлив температура воды у дна 3°C, а в 1 метре от поверхности 7°C	
			Пролив Брэндсфильд (антарктический шельф). Глубина 1950 м. Температура воды –1,6°C	
			Нанкин трог, к югу от Японии. Температура воды +1,9°C	
			Заирский фэн, запад Центральной Африки. Глубина 3040–5059 м. Температура воды +2,3°C	
			Эстуарии вдоль побережья Аляски, на выходах кальций-гидрокарбонатных вод	
			Эстуарии рек: Тайн (Англия, Ярроу-Слак); Клайд (Шотландия)	
			Залив Фанди (Канада)	
		Озера: Моно, Пирамида (США)		
		НЕОГЕН	Миоцен, формация Астория (США)	
		ПАЛЕОГЕН	Миоцен-олигоцен (США: Орегон, Виргиния), Хоккайдо (Япония)	
	Эоцен (Сахалин, Камчатка)			
	Эоцен (США, Аляска и др.)			
	Остров Морс (Дания), третичные осадки Молер (глины, диатомиты)			
	МЕЗОЗОЙ		МЕЛ	Новый Южный Уэльс (Австралия). Псевдоморфозы опала по глендониту – «опаловые ананасы», в верхнемеловых отложениях
				Хр. Флиндерс (Южная Австралия), нижнемеловые отложения Бульдог сланцы. В Кубе-Педи по ним псевдоморфозы гипса
		ЮРА	Возможно, Якутия	
ТРИАС		Не обнаружено		
ПАЛЕОЗОЙ	ПЕРМЬ	Новый Южный Уэльс (Австралия), р-н Ханте-Вэли, Глендонбрук		
		Тасмания, ледниковые отложения		
	КАРБОН	Не обнаружено		
	ДЕВОН	Не обнаружено		
	СИЛУР	Не обнаружено		
	ОРДОВИК	Возможно, антраконит, Ленинградская область		
КЕМБРИЙ	Не обнаружено			
ДОКЕМБРИЙ (КРИПТОЗОЙ)	ПРОТЕРОЗОЙ	АРХЕЙ	Шотландия, далрадиан, неопротерозой. Эппин серия, эстуарий Лорн, в связи с ледниковыми образованиями	
			Ирландия, эппин серия на юге Донегол, в связи с ледниковыми образованиями	
			Не обнаружено	

необходимо присутствие в морской воде оксида магния и смеси полиметафосфатов и полифосфатов.

Все эти условия наблюдались, например, в том же Икка-фьорде. В 1997 году его посетила группа специалистов из Дании, Англии и Канады. Ученые обнаружили, что во внутренней части залива бьют холодные (3,5–4°C) щелочные ключи, вода которых насыщена карбонатом и бикарбонатом натрия и богата фосфором. Растворенный в поднимающейся вверх ключевой воде углекислый газ соеди-



5
Колонны икаита в Икка-фьорде

няется в воде фьорда с кальцием; возникающий при этом икаит осаждается, образуя вертикальные колонны. Это происходит так быстро, что колонны за год вырастают больше чем на полметра.

Икаит относится к минералам моноклинной сингонии низшей категории. Форма его кристаллов напоминает плоский отточенный карандаш. Кальциту не свойственны такие кристаллы, однако его псевдоморфозы

6
Друзы кальцита. Слева – глендонит (видна четырехгранная пирамида), справа – триклинные кристаллы



по икаиту принимают форму четырехгранных призм и четырехгранных пирамидальных окончаний (рис. 1, 6). Икаит – минерал полупрозрачный минерал желтовато-коричневого или янтарного цвета. Твердость его 2, плотность 1,77. Эти и другие данные получены для образца икаита, поднятого с вершины столба в Икка-фьорде и в рефрижераторе привезенного в лабораторию. Судя по находкам глендонита из отложений с названием «третичные молер седимент» в Дании, наиболее крупные кристаллы икаита достигали 1 м, хотя обычно их размер не превышает 10 см.

На Терском побережье Белого моря, в приустьевой части реки Оленицы обнаруживаются все известные формы глендонита, кроме замещенных доломитом, опалом или гипсом. Он образует кривоугольные кристаллы и их сростки – крестообразные и звездчатые агрегаты. Друзы глендонита иногда свободны, а нередко они полностью или частично заключены в овальные, шарообразные и веретеновидные конкреции. Нередко они объединяют две звездообразные друзы, образуя гантельные глендониты, тут же встречаются конкреции без глендонита, но с большим количеством раковин моллюсков.

Где же формируются икаит и псевдоморфозы по нему? Есть три типа таких мест. Во-первых, это происходит в глубоководных осадках океана, в полярных и близких к ним областях. Но икаит образуется и в экваториальных областях – в глубоких слоях осадков, отложившихся во время последнего оледенения (например, в уже упомянутом Заирском фэне). Во-вторых, в прибрежных частях полярных морей на литорали, в приустьевых частях северных рек, во фиордах Гренландии и Норвегии. В-третьих, в озерах, где вода зимой охлаждается ниже нуля. Как показывают исследования, в озерах и во многих случаях в морях образование икаита происходит в барьерной зоне, когда пресные воды источников смешиваются с озерными щелочными или морскими водами. Такая картина наблюдается в Икка-фьорде и озере Моно в Калифорнии.

Во всех случаях характер осадка говорит о том, что формирование икаита происходит только в спокойных водах. Например, у устья той же Оленицы штормовые и приливные волны Белого моря, прокатываясь по огромной плоской литорали, теряют энергию. Кроме того, слои, содержащие глендонит, богаты органикой – они темно-серые и черные, а содер-



7
Разновидности рогулек и конкреций



8
Конкреция с роговкой в разрезе



жание органического углерода в них достигает 1–2 %. На беломорской литорали формирование идет в осадках с большим количеством органического вещества, как приносимого с суши, так и морского. Судя по запаху сероводорода и темному цвету осадка, уже с глубины 10 см от поверхности среда сильно восстановительная. Когда органическое вещество разлагается, выделяющийся углекислый газ в большинстве случаев насыщает осадок, что необходимо для формирования икаита.

Икаит образуется не только сейчас, он представлен и в древних породах (см. таблицу). Анализ древних отложений с псевдоморфозами по икаиту позволяет утверждать, что его образование тесно связано с ледниковыми отложениями. Следовательно, находки глендонита в тех или иных отложениях могут служить палеоклиматическим индикатором – показателем древних ледниковых эпох. Это предположил Дэниэл Ларсен в 1994 году.

Давайте заглянем внутрь беломорской роговки. Для этого сначала рассмотрим срез конкреции простым глазом (рис. 8), а затем сделаем шлиф поперечного разреза (рис. 9). Это тонкий, в треть толщины лезвия безопасной бритвы, срез породы, наклеенный на предметное стекло и покрытый тонким покровным стеклом. Изучим его под микроскопом. Оказывается, вмещающие глендонит конкреции состоят из песчаного и еще более мелкого – алевроитового материала, сцементированного карбонатом. В нем видны кристаллики пирита. Их присутствие показывает, что в среде образования содержалось достаточно много сероводорода. Песчинки и алевроитовые частицы остроугольны, иногда слегка окатаны. По составу они разнообразны: преобладают кварц, плагиоклаз, микроклин, мусковит, амфибол. Попадают и мелкие цирконы.

Во внутренней (собственно глендонитовой) звездчатой части видно, что

«звезду» образуют крупные выделения кальцита с острыми вершинами. Несмотря на правильную форму, это не монокристаллы, а карбонатное вещество, состоящее из крупных неоднородных выделений и множества кристаллов с концентрическими структурами, местами видны мелкие шарообразные выделения карбоната. Структура напоминает известковый туф. В промежутках между ними располагаются редкие обломочные зерна, сцементированные кальцитом. Неоднородные образования разнообразны. В некоторых центральной светлая часть окружена темной каймой, а периферия снова светлая. Во многих внутри есть округлые темные пятна, которые при больших увеличениях разбиваются на примерно параллельные буроватые включения образующие занозистые очертания темных пятен. Считается, что затемнение связано с остатками водорослевого материала. В одном случае найден бурый участок, состоящий из мелких, округлых выделений, похожих на сферические бактерии. Возможно, эти буроватые выделения относятся к водорослевым образованиям, но и минеральные мелкие кристаллы присутствуют в них, в частности минералы титана. Зюсс и Янсен доказывают, что карбонат в икаите из морских осадков органического происхождения. Идею о роли бактерий и водорослей в формировании глендонита ранее для геннойш высказали Н.Г.Бродская и Н.В.Рейнгартен, об-

9
Шлиф конкреции, содержащей кристаллы глендонита



наружившие остатки водорослей и коллоидной органики сапропелевого типа. Как показало изучение наших образцов глендонита и вмещающей конкреции в Институте палеонтологии РАН Е.А.Жегалло на сканирующем электронном микроскопе, в конкреции имеется большое количество створок диатомей, а в центральной части – псевдоморфозе кальцита по глендониту – найдены биогенные текстуры, аналогичные создаваемым цианобактериями. Таким образом, кальцит центральной части имеет сложную структуру, сформированную с участием микроорганизмов, и почти лишен обломочных зерен, а вмещающая конкреция представляет собой переходную породу между алевроитом с базальным карбонатным цементом и с угловатыми и остроугольными обломочными зёрнами и заметным количеством остатков диатомей.

Внутри конкреции можно заглянуть и с помощью рентгеновских лучей.

Как показало рентгеноструктурное исследование образцов центральной «звездной» части и конкреций, в ядре, так и в конкреции, карбонатное вещество представлено кальцитом. Ни арагонита, ни доломита не обнаружено. Кроме того, рентгенограмма конкреции показывает наличие кварца и полевого шпата. Они находятся в обломках – песчинках, которые видны в шлифах под микроскопом.

Беломорские роговки, как и глендониты вообще, интересны своей сложной историей и особенностями минерала икаита – их родоначальника. Возникнув в виде звезд, крестов и кристаллов икаита при отрицательных температурах, превратившись в агрегаты кальцитовых кристаллов, они продолжают меняться – то оказываются заключены в конкрецию, то замещаются опалом или гипсом. Они словно живут и радуют нас своей необычностью.

Авторы благодарны д.г.-м.н. Е.Н.Терехову за помощь в изучении беломорских роголек.

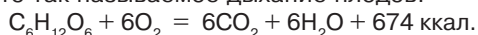


Вкус зимнего яблока

Кандидат химических наук
Э.М.Спектор

Сейчас уже все не так, как раньше. Продавцы и покупатели забыли, что такое «не сезон», и в любом месяце можно купить красивые импортные яблоки. Принесешь эту красоту домой, и если не съешь, то и через пару месяцев с ними ничего не будет. Только запаха почти нет – как трава. Настоящие же, наши пахучие грушовку или антоновку, можно сорвать только осенью в собственном саду. Правда, портятся они довольно быстро, поэтому в урожайные годы осенью начинается настоящая битва с яблоками: чистить, варить, отжимать сок...

Сначала разберемся, что же происходит с нашим садовым яблоком, когда его срывают и кладут в холодильник. Даже если яблоко лежит в холодильнике, оно постепенно дозревает (мы знаем это по зимним сортам), а потом перезревает и стареет. В первую очередь это происходит из-за окисления сахаров в плодах. При этом поглощается кислород и выделяются углекислый газ и вода – это так называемое дыхание плодов:



Одновременно протекают и другие биохимические изменения, например, ухудшается качество пектинов. Поэтому если яблоко полежит долго, оно станет безвкусным.

Конечно, в холодильнике это происходит медленнее, чем при комнатной температуре, но зато у яблока может побуреть сердцевина (это физиологическое заболевание – оно не связано с микробной инфекцией). При более высокой

температуре развиваются грибковые гнили и плесень. В знаменитой «Книге о вкусной и здоровой пище» (1952) упоминается сорт яблок «алма-атинский апорт» – «Очень красивые и вкусные яблоки... для длительного хранения эти плоды мало пригодны». Исследования, проведенные в 1974 году В.А.Гудковским показали, что даже при хранении при температуре ниже +2°C из-за физиологических заболеваний может сгнить 23–30% урожая, а при +3–4°C плоды быстро перезревают и их поражает грибковая гниль. Поэтому часто и холодильник не спасает.

В начале XX века американские ученые исследовали, как влияют различные газы на хранение яблок и персиков в холодильниках. Оказалось, что созревание фруктов (в частности, размягчение персиков) можно замедлить, если в камеру добавить углекислый газ. В России в 1913 году ученые Я.Я.Никитинский и В.С.Загорянский в микологической лаборатории Московского коммерческого института (сегодня это Академия народного хозяйства им. Г.В.Плеханова) выяснили, что углекислый газ также препятствует развитию плесени на апельсинах.

В 1918 году английские исследователи Ф.Кидд и К.Вест уже занялись прицельной разработкой условий промышленного хранения. Оказалось, что для каждого сорта яблок нужно поддерживать оптимальное соотношение трех факторов: температуры, концентрации кислорода и углекислого газа. В 1922 году они опубликовали свои результаты: яблоки можно хранить в два раза дольше в атмосфере, содержащей 14% углекислого газа и 8% кислорода, и при этом они не теряют вкуса, цвета и сочности. Это было началом революции в промышленном хранении фруктов.

Условия хранения яблок сорта «голден делишес»

(данные В.А.Гудковского и В.Я.Семашко)

Условия хранения			
Страна	Температура град. С	Конц. O ₂ (%)	Конц. CO ₂ (%)
США	-0,5	2,5	1,5
Англия	0-3,5	3-13	5-8
Германия	1	14	7
Италия	2-3	3	2
Бельгия	2	3	5
Франция	2-3	2-3	3-5
Швейцария	2	13	8
Голландия	3	10-11	10

В 30-х годах XX века в Великобритании начали повсеместно распространяться холодильники для хранения фруктов в регулируемой газовой среде (РГС). Британский опыт переняли США, Канада, Дания и другие страны Европы, а также Австралия и Новая Зеландия. Исследований в разных странах по этой проблеме проводилось так много, что в 1977 году их не удалось перечислить в одном обзоре.

Интересно, что разные режимы хранения нужны не только для различных сортов яблок, но для одного и того же сорта, выросшего в разных климатических условиях на различных почвах (см. табл.).

Хотя пробные работы были выполнены еще в начале XX века, промышленные разработки в СССР начали только в 60-х годах, но сразу в нескольких местах – институте Гипроинисельпром (Орел), Московском институте народного хозяйства им. Г.В.Плеханова, Институте биохимии им. А.Н.Баха АН СССР, а также в Грузии, Молдавии, Казахстане. В 1970 году Государственный комитет по науке и технике при Совете Министров СССР принял специальное постановление № 35 от 17 февраля 1970 года «О внедрении метода хранения плодов и овощей в регулируемой газовой среде и расширении исследований в этой области».

Почему исследования так надолго были «заморожены»? Я думаю, что у нас просто была другая тактика. Сначала упор сделали на выведение сортов, которые и без специальных условий долежат до весны. А когда в 60-х годах массово появились публикации о применяемой в Европе технологии, и у нас спохватились. Хотя, по правде сказать, и хорошо, что у нас свои российские сорта, ведь отменного вкуса и легкости одновременно не бывает – либо одно, либо другое. Может быть, поэтому импортные яблоки менее вкусны? Ведь, помимо специальной технологии хранения, селекционеры наверняка отбирают те сорта, которые лучше хранятся. А они менее ароматные и более жесткие.

Дело пошло полным ходом. В институтах занимались условиями хранения, ВНИИпромгаз создавал аппаратуру. В 1975 году в совхозе им. У.Джандосова в Алма-Атинской области заработал первый в СССР промышленный холодильник на 500 тонн для хранения фруктов в газовой смеси. Все оборудование этого холодильника было отечественного производства: и генератор, где над слоем катализатора сгорал сжиженный природный газ, и аппарат очистки–поглощения углекислого газа, в котором два адсорбера попеременно работали на очистку газа и десорбцию поглощенного углекислого газа, и аппаратура для автоматического контроля заданных параметров. Холодильники тщательно изолировали от окружающей среды.

За первые годы работы первого фруктохранилища с РГС стало понятно, что те же яблоки «апорт» хранятся в нем на три месяца дольше, чем в обычном холодильнике

(температура +3–4°C, концентрация кислорода 3%, углекислого газа 3–5%). Яблоки не теряли питательных веществ, в шесть-семь раз снизились потери от микробиологической порчи, а физиологических заболеваний у этих яблок вообще не было. Данные по яблокам «золотое превосходное» были вообще замечательными (температура 0 – +4°C, концентрация кислорода 3–12 %, углекислого газа 0–10%). Этот сорт после восьми-девяти месяцев хранения давал почти 100%-ный выход свежей и сочной продукции. Знакомая всем «грушовка верненская» (температура 0°C, концентрация кислорода 3%, углекислого газа 5%) прекрасно сохранялась до начала апреля с минимальными потерями (0,4%), в то время как в контроле потери были 97%. Хорошие результаты получили при хранении сливы, вишни, земляники, смородины. Совершенно очевидно, что, несмотря на дополнительные затраты (газоизоляция холодильных камер и специальная аппаратура), технология очень эффективна, когда фрукты и ягоды надо хранить 8–9 месяцев.

Что с хранением ягод и фруктов сегодня? Есть данные по странам СНГ. Например, в Белоруссии ГУП «Институт плодоводства» провел исследования экономической эффективности этого процесса: получилось, что все дополнительные затраты на холодильник с РГС окупаются за один-два года. В Молдове, в селе Романешть Страшенского района в 2004 году введен в эксплуатацию холодильник с регулируемой газовой средой для хранения 2500 тонн яблок. На Украине этот метод планируют применять и для винограда – в Крымском сельскохозяйственном институте и институте винограда и вина «Магарач». В Виннице в ОУНБ им. К.А.Тимирязева разработали условия для хранения помидоров.

Есть надежда, что технология возродится и в России. Но пока, судя по тому, что ароматные яблоки можно купить на рынках только осенью, ее не применяют широко. Тем не менее исследования продолжают в НИИ садоводства в Мичуринске и в некоторых других институтах. Проходят регулярные конференции на эту тему. В Липецкой области в 2008 году в хозяйстве «15 лет Октября» начали строить мощный холодильник с РГС для яблок на 7800 тонн – это решение приняли после небывалого урожая яблок в 2007 году. Там же сейчас расширяют площади яблоневых садов. В Москве и Петербурге тоже есть специализированные фирмы, которые разрабатывают проекты новых холодильников с РГС. Хотя совершенно очевидно, что устанавливать их надо не в больших городах, а на месте, в хозяйствах, где выращивают фрукты. Тогда условия хранения будут настроены именно под нужный сорт и под место выращивания. Будем ли мы круглый год есть свои яблоки, зависит от денег, вложенных в это дело.

У читателя возникнет законный вопрос – неужели такая замечательная технология годится только для фруктов? Нет, как уже говорилось, она подходит и для поми-



ТЕХНОЛОГИИ

доров, и для некоторых других овощей. Еще в 1933 году один из авторов первого в России исследования по РГС Я.Я.Никитинский высказал идею хранить так зерно (в том числе влажное, не прошедшее сушку). Затем в 1954 году В.А.Швецова доказала, что самое главное при хранении влажного зерна — снизить до минимума содержание кислорода в газовой среде зернохранилища. Например, если хранить влажные семена подсолнечника в обычной атмосфере, то в них быстро проходят реакции окисления, и в результате масло, полученное из таких семян, частично переходит во второй сорт или становится вообще непригодным для пищи. Это окисление происходит очень быстро — например, свежееубранные семена с влажностью 9% можно хранить только десять дней, а с влажностью 11% один–три дня! Конечно, такие сроки хранения до сушки семян нереальны. Поэтому в 1975 году в СССР целых 42% из общего количества подсолнечного масла оказались непригодными для питания и пошли на технические цели.

В 1971–1973 годах на Краснодарском комбинате хлебопродуктов построили комплекс оборудования для промышленного хранения риса, пшеницы и семян подсолнечника в газовой среде. (Участники работы — кафедра хранения зерна ВЗИПП, ВНИИпромгаз и Краснодарское краевое управление хлебопродуктов.) На этом комплексе удалось отработать оптимальный состав газовой смеси. Например, чтобы хранить влажные семена подсолнечни-

ка, концентрация кислорода должна быть 1,0% , углекислого газа — 1,5% , а азота — 97,5%. Сроки хранения увеличились почти на порядок: при начальной влажности 9% — 70 суток, а при 11% — 50 суток. При соблюдении этих сроков все масло получается первого сорта, а технологи успевают спокойно высушить семена при более мягких режимах. Несмотря на повышенные энергозатраты при таком способе хранения, его себестоимость получается в 2,6 раза меньше (за счет снижения потерь масла).

Сегодня эта технология хранения свежееубранных семян подсолнечника развивается в Ставропольском крае и других районах, где он растет. Значение этого способа трудно переоценить, особенно если принять во внимание тот факт, что Россия наряду с Украиной и Аргентиной — один из крупнейших в мире производителей семян подсолнечника.

Надо отметить еще один объект, которому очень нужна именно такая технология хранения, — это гранулированная травяная мука. Поэтому хранилища, работающие на оборудовании ВНИИпромгаз, еще до 1991 года были построены в Белоруссии, Ставропольском крае, а также в Литве, Латвии и Эстонии.

Питательные корма для коров — это замечательно. Но нам-то хочется ранней весной купить настоящую антоновку или «белый налив»! А то все грейпфруты да ананасы...



О ПОДПИСКЕ

Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции. Для этого нужно отправить запрос по электронной почте redaktor@hij.ru, мы вышлем квитанцию для оплаты через Сбербанк. Подписку можно оплатить и электронными Яндекс-деньгами через наш киоск: www.hij.ru/kiosk.shtml.

**Справки по телефону
8 (499) 978-87-63**



Для оформления подписки ищите на почте каталоги «Роспечать», www.rospr.ru, индексы 72231 и 72232; «АРЗИ» (Пресса России), www.arzi.ru, индексы 88763 и 88764; «Межрегиональное агентство подписки» (Почта России) www.map-smi.ru, индексы 99644 и 99645, или обращайтесь в агентства «Урал-пресс», uralpress.ur.ru, (495) 789-86-36; «Вся пресса», (495) 906-07-35; «Интерпочта», www.interpochta.ru, (495) 684-55-34; «Комкур» (Казань), (843) 291-09-77; «Артос-Гал», (495) 981-03-24; «Информнаука», (495) 787-38-73.



МОСКОВСКИЙ

ДОМ КНИГИ РЕКОМЕНДУЕТ:



КНИГИ

Мэтт Ридли
Геном
М.: Эксмо, 2008.



Стремительное развитие генетики в последние два десятилетия часто называют революцией. С начала 1990-х годов, когда в практику вошли принципиально новые методы исследования ДНК, каждый год приносит больше открытий, чем было сделано за все предыдущее время.

Генетика развивается столь быстро, что за ней не успевает не только широкая публика, но и специалисты. Это порождает массу слухов и домыслов о страшных мутантах, которых коварные ученые штампуют в своих лабораториях, тогда как новые методы диагностики и лечения генетических заболеваний, включая рак, остаются незамеченными или непонятыми. Вот почему книга Мэтта Ридли очень актуальна. Просто и доступно автор представил историю генетики от первых догадок до прорыва, начавшегося с открытия структуры ДНК Уотсоном и Криком.

На английском языке книга вышла в конце 1999 года, но она по-прежнему занимает верхние позиции в рейтингах продаж по всему миру. В ней есть то, что не устаревает: дух научных открытий и история науки, представленная со всем драматизмом споров, озарений одних ученых и поражений других.

И. П. Суздаев
Нанотехнология.
Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов
М.: Либроком, 2009.



Эта книга посвящена нанобъектам, размеры которых лежат в пределах 1–100 нм, а также тому, что с ними происходит. В этой области проявляются эффекты, присущие как отдельным атомно-молекулярным уровням энергии, так и телам в целом. Развитие науки о нанокластерах и наносистемах и методов их исследования привели к со-

зданию наноматериалов и наноструктур с уникальными свойствами. В книге автор пытается соединить теоретические и экспериментальные данные о нанобъектах с некоторыми общими вопросами — например, методами исследования нанокластеров и поверхности твердого тела, а также микроскопическими и термодинамическими подходами к изучению нанокластеров и поверхности. Автор работает в Институте химической физики им. Н.Н.Семенова РАН и читает курс лекций по физико-химии нанокластеров и наноструктур в Московском государственном университете им. М.И.Ломоносова.

Книга может быть полезной как для студентов и аспирантов, так и для научных работников, ведущих исследования в области нанотехнологий.

Г.-Р. Бурместер,
А. Пецутто, Т. Улрихс,
А. Айхер
Наглядная
иммунология
М.: Бином, 2009



В справочном издании, написанном немецкими специалистами, наглядно изложены основы иммунологии, методы лабораторной диагностики и основы клинической иммунологии. Объясняется связь теоретических принципов и клинических аспектов; рассмотрены все известные заболевания, имеющие иммунную природу. Книга построена как атлас, где на каждом развороте помещена иллюстрация, а также необходимые для объяснения темы определения и понятия. Несмотря на краткость изложения, даже самые трудные для понимания вопросы изложены детально и четко. В приложении читатель найдет критерии диагностики иммунных заболеваний, полный перечень известных кластеров дифференцировки, а также список наиболее важных для иммунологии цитокинов. В кратком словаре разъясняются основные иммунологические термины. Есть предметный указатель.

Для студентов и преподавателей биологических и медицинских вузов, а также для практикующих специалистов.

Кто есть кто
в российской
аналитической химии.
Доктора наук.
М.: ЛКИ, 2008.



Книга — биографический справочник. Приведены сведения о химиках, физиках, биологах — всех тех, кто занимается исследованиями в области химического анализа, преподает аналитическую химию или близкие к ней дисциплины, руководит исследовательскими коллективами. В справочнике представлены доктора не только химических, но и физико-математических, технических и биологических наук, деятельность которых так или иначе связана с химическим анализом.

Ф. Миомандр,
С. Садки, П. Одебер,
Р. Меалле-Рено
Электрохимия
М.: Техносфера,
2008.



В книге рассмотрены все аспекты электрохимии — от теории до практического использования. Она разделена на три части. Первая посвящена основам электрохимии с точки зрения термодинамики. Вторая — техническим средствам, которые используют в электрохимии и с помощью которых изучают механизм протекания реакций. В третьей рассмотрены неорганический и органический синтез, источники тока, сенсоры, коррозионные процессы, а также обсуждается механизм электрохимических реакций.

Книга адресована специалистам, студентам высшей школы и преподавателям, желающим усовершенствовать свои знания.

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

Пегниохимия, или О химии с улыбкой

*Наука должна быть веселая, увлекательная и простая.
Таковыми же должны быть ученые.*

П.Л.Капица

Два столетия назад существовала всего одна химия – всеобщая, универсальная и единая. В начале XIX века она распалась на неорганическую и органическую. Еще через несколько десятков лет право на самостоятельность получили аналитическая, физическая и коллоидная химии.

Потом дифференциация химической науки стала нарастать лавинообразно. Как грибы после дождя появились биоорганическая и бионеорганическая, макро- и супрамолекулярная, медицинская, прикладная, техническая, элементарно-органическая (которая, в свою очередь, разветвилась на кремний-, фосфор-, халькоген- и металлоорганическую), пищевая, косметическая, зеленая и даже криминалистическая химии. Однако и сегодня ученые продолжают создавать все новые отрасли. Оказалось, что для этого нужно лишь добавить к слову «химия» соответствующую греческую или латинскую приставку (авто-, агро-, астро-, био-, гео-, гидро-, иммуно-, крио-, кристалло-, магнето-, микро-, нано-, петро-, пико-, радио-, соно-, стерео-, термо-, фармако-, физико-, фито-, фото-, электро-, ятро- и др.).

Несмотря на яркое разнообразие и огромную пользу, которую приносят все эти химии, в мире процветает хемофобия. «Химиками» на Руси называли пройдох, ловкачей и жуликов – даже появился глагол «химичить», обозначающий незаконное действие. Д.И.Менделеев вспоминал, как, проезжая однажды по Москве, увидел полицейских, ведущих каких-то жуликов. Извозчик, повернувшись к великому ученому, пояснил: «Ишь, химиков повели!». Но и в наш просвещенный век химия остается гадким утенком, в котором обыватель никак не может разглядеть прекрасного лебедя. Доходит до курьезов. Так, еще недавно в иркутских троллейбусах звучала реклама: «Дорогие садоводы и огородники, наша фирма предлагает вам новое замечательное средство для ваших растений. Оно содержит полезные органические вещества, азот, фосфор, калий... и никакой химии!»

Поскольку химия – развивающаяся наука, мы решили способствовать становлению еще одного ее раздела. Эту ветвь мы назвали «пегниохимия» (от греческого «παίγνια» – забава, шутка). Десять лет назад Санкт-Петербургское отделение издательства «Наука» выпустило нашу книгу «О химии с улыбкой, или Основы пегниохимии». В этом году выходит второе издание «Основ пегниохимии», переработанное и существенно дополненное. Чтобы не отпугнуть читателей и книготорговцев научными терминами, книгу назвали «О химии и химиках. В шутку и всерьез».

Мы попытались собрать курьезные и занимательные данные из многих отраслей химической науки, истории химии и жизни известных и не очень известных ученых-химиков. Книга иллюстрирована карикатурами и шаржами, заимствованными из литературных источников, а также фотографиями и рисунками. Мы сердечно благодарим богиню Мнемозину (точнее, Мнемосину – греч. «Μνημοσύνη»), считавшуюся в Древней Греции матерью девяти муз, покровитель-

ствовавшим всем наукам и искусствам, и именем которой названо издательство, выпускающее эту книгу.

Начиная еще в прошлом столетии работу над «Основами пегниохимии», мы хотели привлечь внимание и интерес самого широкого круга читателей к химической науке, к великим и скромным ее труженикам. Кроме того, она может преподавателям средней и высшей школы оживить уроки и лекции, облегчит школьникам, студентам, бакалаврам и аспирантам восприятие предмета и новой химической информации. Мы надеемся, что эта книга будет интересной и полезной как для химиков, обремененных учеными степенями и званиями, так и для тех, кто делает еще только первые шаги в этой древней и славной науке. Подобно наборам реактивов «Юный химик» или «Химические опыты на дому» такого рода литература может увлечь и сделать предмет понятным и любимым.

От смешного до великого – один шаг! По мнению Герберта Уэллса, к большинству своих важнейших достижений человечество пришло под спасительным прикрытием шутки. Другой англичанин, Дэвид Уорчестер, сравнил иронию с рожком для обуви, поскольку она помогает нам примерять новые, непривычные, неразношенные идеи. Так же считает польский писатель-фантаст Чеслав Хрущевский – один из его инопланетных героев утверждает: «Наши ученые давно обнаружили, что юмор отворяет самые тяжелые ворота, закрывающие доступ к мудрости». Как знать, быть может, именно поэтому они давно обогнали землян в познании мира?

Книга «О химии и химиках. В шутку и всерьез» разделена на три части. Первая рассказывает о происхождении химической науки, о становлении химика как ученого, о нелегком, но увлекательном труде, иногда отмечаемом высокими научными наградами.

Вторая часть – коллекция занимательных историй из жизни химиков. Не все они забавны в прямом смысле этого слова, но все познавательны, поскольку каждый эпизод характеризует личность химика, его окружение и эпоху. Многие великие химики предстают перед читателем милыми, простыми людьми, со своими слабостями и недостатками. Исключительная рассеянность некоторых персонажей, действительно свойственная большинством ученых, говорит о том, что все их умственные силы и внимание максимально сконцентрированы на решаемой в данный момент научной проблеме. Где уж тут до житейских мелочей! Мы надеемся, что читатель найдет для себя немало полезного, почувствует, насколько актуальны и сегодня высказывания замечательных химиков, живших несколько столетий назад.

Третья часть книги, построенная по аналогии с рубрикацией реферативных журналов «Химия» и «Chemical Abstracts», – кунсткамера занимательных химических данных.

Чтобы собрать материал для книги «О химии и химиках. В шутку и всерьез», мы не только перерыли горы химических журналов и книг, по нанокрупцам собирая пегниохимические знания, но и подвергли наши находки литературной обработке, а также снабдили комментариями и краткими биографическими данными обо всех упоминаемых ученых. Многие сведения ранее не публиковались или были практически недоступны для широкого круга читателей. Мы надеемся, что наша книга позволит по-новому взглянуть на серьезную и строгую науку химию.

Доктор химических наук

А.Ю.Рулев,
академик РАН

М.Г.Воронков

Институт химии им. А.Е.Фаворского (СО РАН)

Вы пишете, вам зачтется!

Глава из книги
А.Ю.Рулева и М.Г.Воронкова
«О химии и химиках.
В шутку и всерьез»



КНИГИ

После обработки результатов проведенных экспериментов необходимо их опубликовать — предать огласке, вынести на суд коллег. А это означает, что пора начинать работу над статьей.

Химическая статья — это своего рода эссе, задуманное и написанное автором (или коллективом авторов) с большей или меньшей тщательностью (скрупулезность, разумеется, предпочтительнее).

Острая потребность в регистрации информации на каком-либо материальном носителе возникла у человека за несколько тысяч лет до нашей эры. Первые публикации появились еще в каменном веке, когда носителем информации был камень. Возможно, уже тогда настоятельно требовалось, чтобы все рукописи были выбиты через два интервала только с одной стороны камня, и это доставляло немало хлопот авторам. Необходимый для этого нелегкий физический труд стимулировал поиск новых носителей информации и инструментов для ее регистрации. Так появились тексты, выполненные на кости, дереве, глиняных табличках, папирусе и, наконец, на бумаге. В конце XX века в практику стре-

мительно ворвались электронные носители, позволяющие легко исправлять, хранить и пересылать рукописи, подготовленные к публикации.

Редакции большинства химических журналов принимают рукописи, построенные традиционно: введение, результаты и обсуждение, заключение, экспериментальная часть и список литературы. Несмотря на то что неизменно требуется четкость изложения, приходится поражаться, как менялся стиль публикаций на протяжении столетий. На смену образному и иносказательному описанию средневековых алхимиков пришло подробнейшее повествование химиков XIX века, превратившееся к концу XX века в ухоженно-образцовое, загнанное в жесткие рамки изложение полученных результатов. Сегодня бывает достаточно добавить к стандартному клише формулы, схемы или таблицы — и новая рукопись готова к отправке в редакцию. К счастью, нередко встречаются и оригинально построенные публикации (преимущественно зарубежных авторов), не укладывающиеся в рамки.

Несмотря на жесткие правила, авторы статей умудряются быть довольно словоохотливыми. Эксперты подсчитали как-

то, что около 17% всех слов, содержащихся в одном кратком сообщении такого престижного журнала, как «*Angewandte Chemie*», в среднем достаточно, чтобы полностью выразить его содержание. Остальное — грамматически необходимые члены предложения. В подробных публикациях большинства других журналов доля слов, выражающих ее суть, не превышает 5%. Отсюда следует, что использование «телеграфного стиля», который в свое время пропагандировал академик В. И. Гольдманский, позволило бы существенно сократить объем научной продукции, разгрузив тем самым полки библиотек. Но согласитесь, коллеги, все-таки чертовски интересно встретить публикацию, представленную нестандартно. Вот несколько примеров.

В 1971 году в популярном у химиков журнале «*Journal of Organic Chemistry*» [J. F. Bunnett, F. J. Kearley (Jr). *J. Org. Chem.*, 1971, 36, 184] была опубликована статья Дж. Баннета и Ф. Кирли «Сравнительная подвижность галогенов в реакциях ди-галогенбензолов с амидом калия в аммиаке». Весь текст — введение, описание результатов исследования и их обсуждение — изложен белыми стихами. Исключение сделано лишь для экспериментальной части и, разумеется, таблиц, написанных прозой.

Редакция сопроводила статью следующим примечанием: «Хотя наш журнал открыт для новшеств в стиле и форме представления научных публикаций, полученная рукопись немало нас удивила. Однако мы нашли, что она содержит новые химические данные и удобочитаема. Вследствие несколько повышенных требований к печатному пространству и возможных трудностей для некоторых наших не склонных к поэзии читателей будущее подобных статей в нашем журнале остается неопределенным».

Замечательная история была рассказана на страницах солидного химического журнала «*Synlett*» [A. de Meijere, L. Wessjohann. *Synlett*, 1990, 20]. Основной раздел статьи начинается... анекдотом: «Армянское радио спрашивают: «У меня есть французский кулинарный рецепт, для которого требуется белая спаржа. Поскольку спаржа для нас недоступна, могу ли я использовать вместо нее белокочанную капусту?» Армянское радио отвечает: «В принципе, можете. Однако вы должны принять во внимание, что блюдо будет иметь другой вкус».

Какое отношение этот анекдот имеет к содержанию статьи? Самое прямое. Однажды аспиранту профессора Армина де Майере, автора статьи, изучавшему реакцию 1-хлоро-1-трихлорвинилциклопропанов с алкиллитиевыми реагентами, пришла нелепая идея использовать гидроксид калия в метаноле вместо бутиллития в гексане. К счастью, перед проведением реакции он не спросил совета шефа. Результат был ошеломляющим: эта реакция привела к соединению, которое породило новый интересный цикл исследований всей лаборатории.

Подобно молодому немецкому химику, его коллега из штата Миннесота Ф. Б. Стокер, затеявая синтез, и не подозревал, к какому результату приведет его оплошность. Он надеялся усовершенствовать хорошо известный синтез замещенного имидазола из цианида меди (I), гексаметилентетрамина и фруктозы. К сожалению (или к счастью), фруктозы под рукой не оказалось, и Стокер решил использовать более доступную сахарозу, при гидролизе которой, как известно сегодня любому старшему класснику, образуются глюкоза и фруктоза.

Опытный химик без проблем получал ожидаемое соединение до тех пор, пока однажды по небрежности, как он честно признался в статье, забыл провести гидролиз исходной сахарозы и получил нечто совершенно не похожее на имидазол. Разбираясь в причинах неудач, ученый провел эксперимент вообще без углеводов и в конце концов пришел к пониманию реакции, которую вполне могли открыть еще на заре органической химии. Читателя статьи Стокера удивит не только структура полученного необычного комплекса меди с уротро-

пином, но и та редкая для современного исследователя открытость, с которой автор рассказывает о своих промахах и недоумениях [F. B. Stocker. *Inorg. Chem.*, 1991, 30, 1472].

В последнее время немало говорится об ученых-жуликах. Существует несколько типов научной нечестности, но один из наиболее часто обсуждаемых — фабрикация фактов. Впрочем, иногда недоразумения возникают из-за неточного описания химического эксперимента. Нередко это проявляется в том, что результаты не воспроизводятся — ученые не могут повторить эксперимент по описанию. К счастью, у химиков существует два журнала («*Organic Synthesis*» и «*Inorganic Synthesis*»), публикующие лишь те статьи, результаты которых экспериментально подтверждены их коллегами из другого научного центра. При этом имена «контролеров» появляются вместе с именами авторов публикации. Этим оба издания отличаются от любого другого химического журнала. Аналогичного правила придерживался и многотомный сборник «Синтезы органических препаратов», издававшийся в течение ряда лет в США и в переводе в СССР. В связи с этим рассказывали о таком курьезном случае.

Один проверяющий был вынужден задержаться в Иллинойском технологическом институте на несколько недель, безуспешно пытаясь повторить синтез, который прекрасно протекал в лаборатории автора статьи, имеющего репутацию аккуратного экспериментатора. Лишь после кропотливой работы и многочисленных телефонных звонков оказалось, что в лаборатории автора время, затраченное на упаривание растворителя, содержащего конечный продукт реакции, составляло всего 15 секунд, тогда как в лаборатории проверяющего растворитель удаляли в вакууме значительно дольше. Поскольку продукт был относительно неустойчивым, он за это время успевал разложиться.

Важный раздел любой публикации — заключение, в котором автор не только подводит итог выполненной работы, но нередко и раскрывает свои планы на будущее. В этой связи интересна история одной публикации об открытии свободных радикалов американского химика Мозеса Гомберга. Пытаясь синтезировать полностью фенилированные алканы, Гомберг изучал реакцию трифенилхлорметана с цинком, медью, ртутью или серебром. Он хорошо знал, что в таких процессах, аналогичных реакции Вюрца, образуются радикалы, сразу же соединяющиеся друг с другом. Однако реакция приподнесла ученому сюрприз: оказалось, что выделенное соединение представляло собой лишь «половинку» ожидаемой молекулы. Это был первый устойчивый свободный радикал! О своем выдающемся и элегантном открытии Гомберг сообщил в 1900 году в «*Journal of American Chemical Society*» в статье с интригующим названием «Трифенилметил, случай трехвалентного углерода». Но еще более необычной была завершающая фраза его публикации: «Эта работа будет продолжена, и я хочу оставить за собой данную область исследований» [M. Gomberg. *J. Amer. Chem. Soc.*, 1900, 22, 575]. В следующей статье ученый подтвердил свою просьбу: «Я намереваюсь расширить это исследование, включив в него другие кислород- и азотсодержащие соединения, и прошу (глагол «beg» можно перевести и как «умоляю») оставить мне эту область для дальнейшей работы» [M. Gomberg. *J. Amer. Chem. Soc.*, 1901, 23, 496]. Однако Гомберга никто не послушал, и его открытие стало отправной точкой исследований многих ученых во всем мире.

Двадцатый век привнес немало новшеств в химические публикации. Наука давно уже перестала быть трудом одиночек, и в конце статей стало привычным благодарить коллег за помощь. Потом их имена появились среди соавторов публикаций. Постепенно входило в моду посвящать кому-то или чему-то подготовленную к печати рукопись. Как правило, это был известный ученый, отмечающий юбилей. В 1984 году «*Journal of American Chemical Society*» напечатал статью сотрудника Инсти-

туда теоретической химии в Штуттгарте, посвященную канцерогенным свойствам полициклических ароматических углеводородов, которую автор посвятил «430 бывшим ассистентам профессоров, изгнанным из земли Гессен (ФРГ) с 1978 по 1980 год и главным образом Гансу Кроллману, самому ответственному за содействие этому» [L. von Szentpaly. *J. Amer. Chem. Soc.*, 1984, 106 (20), 6021]. По-видимому, это посвящение вызвано вспышкой антисемитских настроений в Западной Германии в 70–80-х годах прошлого века.

Во второй половине XX века начали платить за научные публикации. Известно, например, что один из первых авторских гонораров некоего профессора, полученный им после продажи 1000 экземпляров его книги, полностью покрыл все издательские издержки. Доход его, однако, был невелик, поскольку всего было продано 1009 экземпляров.

Поступив в редакцию журнала, статья обычно отправляется двум рецензентам. Их отзывы определяют, надо ли ее публиковать в неизменном виде, переработать или отклонить. Чем солиднее журнал, тем выше требования редакции и тем труднее преодолеть барьер рецензирования. Случалось, что рукописи, содержавшие оригинальные открытия, которые не укладывались в русло существовавших представлений, безжалостно выбрасывались в корзину. В 1932 году в редакцию «*Journal of American Chemical Society*» поступила статья малоизвестного химика С.Ф.Кельша, в которой он описал синтез стабильного радикала — производного флуорена. Необычным было то, что полученный радикал оставался инертным к кислороду, что противоречило всем известным в то время фактам. Отзыв рецензента был отрицательным, и статью отклонили. Двадцать лет спустя, после появления спектрометров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), Кельш вернулся к вопросу о строении полученного им ранее радикала. Повторять синтез не было необходимости — вещество все это время хранилось в лаборатории. Ученому потребовалось всего несколько минут для того, чтобы подтвердить свою правоту. К счастью, сохранилось не только вещество, но и рукопись отклоненной статьи. Недолго думая, Кельш послал ее первоначальный вариант в редакцию того же журнала, и в августе 1957 года (спустя 25 лет!) она была опубликована [C. F. Koelsch. *J. Amer. Chem. Soc.*, 1957, 79, 4439]. Статье автор предпослал следующее примечание: «Эта статья была отправлена в ваш журнал 9 июня 1932 года, но не была принята к публикации. По мнению рецензента, изучаемое соединение не могло проявлять свойства радикалов. Однако недавние квантово-механические расчеты показали, что такой радикал должен быть необычайно устойчив и что описанные ранее его свойства не противоречат предложенной структуре. Даже после хранения на воздухе в течение 23 лет это вещество сохранилось в неизменном виде и проявляет свойства свободного радикала. Поскольку ранее предложенная структура подтверждается ... желательнее опубликовать эту работу сейчас. Соблюдая историческую точность, первоначальная версия статьи дополнена лишь тремя важными примечаниями». Возможно, это пример самого долгого пути статьи от ее появления в портфеле редакции до публикации.

У научной периодики есть и другие рекорды. Так, чемпион по числу авторов химической публикации — статья, опубликованная в «*Journal of American Chemical Society*» в 1981 году, коллективом из 49 ученых во главе с Р.Вудвордом [R.V.Woodward et al. *J. Amer. Chem. Soc.*, 1981, 103, 3215]. Годом позже тот же журнал опубликовал статью Дж.Мердока, которая содержала самое длинное подстрочное примечание — примерно 8000 знаков составили 134 строчки, которые заняли две страницы [J.R.Murdoch. *J. Amer. Chem. Soc.*, 1982, 104, 588].

После выхода статьи информация о ней появляется в реферативных журналах — «РЖ Химия» и «*Chemical Abstracts*». В этих изданиях ценят каждый квадратный сантиметр, пытаются предельно сжато изложить суть реферируемой статьи. Естествен-



но, без сокращения технических и научных терминов при этом не обойтись. Однако порой авторы реферата теряют чувство меры, порождая уже не аббревиатуры, а настоящие аббревиатурные абракадабры. Вот пример одного из рефератов статьи «Опыт по обработке вин холодом», опубликованной в журнале «Виноделие и виноградарство СССР», 1969, № 1 [РЖ Химия, 1969, 12 Р 357]: «Опытами по обработке (Об) вин холодом (Хл) при одновременном применении ультразвука (Уз) установлено, что Уз без Хл не дает эффекта, в то время как при правильном режиме Об вина Хл хорошие результаты могут быть достигнуты и без Уз. Разработана методика по Об крымских вин Хл без Уз, которую Симферопольский з-д № 1 успешно применяет в течение 2 лет».

Аббревиатуры иногда могут быть весьма забавными. Хорошо известен пример, когда аббревиатура названия одного института вынудила его создателей переименовать научное учреждение. Речь идет о нынешнем Научно-исследовательском институте по удобрениям и инсектофунгицидам имени проф. Я.В.Самойлова. Первоначально его планировали назвать Научно-исследовательским институтом химических удобрений и ядохимикатов. Однако, составив аббревиатуру, сразу же отказались от такого названия.

В 2002 году один из авторов этой статьи опубликовал обзор в журнале «*Успехи химии*», который издается и в английском переводе «*Russian Chemical Reviews*». Как обычно, после названия статьи упоминалось имя автора и научный центр, в котором он работает. Чуть позже «*Journal of Organic Chemistry*» сообщил об этой статье в рубрике «Недавние обзоры», указав, что она написана доктором А.Рулевым совместно с ... А. Е.Фаворским [*J. Org. Chem.*, 2002, 67, 7171]. Автор обзора был весьма польщен оказаться в компании со знаменитым российским химиком, именем которого назван его родной институт.

Научная статья должна не только содержать информацию, интересную для читателя, но и быть написана так, чтобы ее захотелось прочитать и даже запросить у автора оттиски с автографом. Поучительны результаты необычного эксперимента, проведенного в начале восьмидесятых годов XX века. Было выбрано 12 статей, опубликованных в журналах соответствующего профиля. В их рукописях были изменены фамилии авторов и название места их работы (научные центры с громкими именами заменили менее известными). Содержание же статей оставили в неизменном виде. После этого рукописи вновь послали в редакции журналов, где их приняли раньше. Три рукописи отклонили потому, что данный материал был уже опубликован. Восемь статей получили отрицательные рецензии и опять-таки были отклонены. И лишь одну статью рекомендовали к печати.

И последнее. Когда завершена серия экспериментов и результаты позволяют взяться за подготовку рукописи, важно помнить высказывание знаменитого швейцарского физика Вольфганга Паули: «Если ученый медленно думает, это неплохо. Однако если он публикует свои статьи быстрее, чем думает, — это уже плохо».



Взлет и падение советской науки

Кандидат биологических наук
С.В.Багоцкий

Сокрушительная катастрофа, постигшая советскую науку на рубеже 90-х годов, заставляет нас критически переосмыслить ее историю. Это нужно не для прошлого, а для будущего, для того, чтобы впредь не наступать на те же грабли.

Большевики и их последователи коммунисты науку уважали. Прежде всего потому, что их политика была направлена на создание сильной в военном и хозяйственном отношении России. Кроме того, наука рассматривалась как одна из основ советской идеологии. Всякий раз, когда появлялись научные результаты или концепции, плохо согласующиеся с теми или иными «священными коровами», неудобные результаты стремились замолчать или дискредитировать, однако никто и никогда не пытался поставить под сомнение важность научного познания мира и роль науки как движущей силы прогресса. В ересь антисциентизма коммунисты никогда не скатывались. И в общем-то на науку не скупились.

Сразу после Великой Отечественной войны сталинское правительство преподнесло ученым поистине царский подарок: их жалование было повышено в несколько раз и научные работники, жившие ранее весьма скромно, превратились в одну из самых состоятельных групп советского общества.

С чем был связан столь щедрый дар? Его принято объяснять ролью науки в создании ядерного оружия и стремлением привлечь способных молодых людей к столь важной для обороны страны сфере деятельности. Несомненно, это была одна из причин, но не единственная. Ибо материальные блага посыпались и на тех исследователей, которые не имели никакого отношения к обороне. Поэтому нам нужно попытаться найти еще одну причину.

Найти ее нетрудно. Жизненный уровень населения СССР в 30–40-х годах был низок, и у граждан, желавших его поднять, практически не было иного пути, кроме карьеры во властных и силовых структурах. Это обстоятельство породило много проблем и в недалеком будущем обещало создать новые. События 1937 года наглядно показали, сколь сильна была взаимная ненависть в среде высокопоставленных деятелей партгосаппарата, армии и НКВД. И неудивительно: материальное благосостояние этих людей целиком и полностью зависело от их места в иерархических структурах советского государства. Потера кресла означала падение в нищету, а более высокое кресло — качественный скачок жизненного уровня.

У деятелей из властных структур росли дети. И родителям, желавшим обеспечить своим наследникам приемлемый образ жизни, не оставалось ничего иного, как выдвигать их в структуры власти. А это неизбежно превратило бы властные орга-



ны в арену борьбы аристократических кланов, навязывающих свою волю даже Генеральному секретарю.

Все без исключения абсолютные монархи находились со своей аристократией в достаточно сложных отношениях. Потомственная аристократия связывала руки монархам. В острые периоды истории такие властители, как Иван Грозный, Генрих VIII, Людовик XI, Филипп II, рубили аристократам головы. Но и в более спокойные времена монархи предпочитали иметь дело с незнатными министрами и незнатными генералами. А аристократы не слишком сопротивлялись этому, имея возможность безбедно жить в своих вотчинах вдали от государственной власти, украшая свои роскошные пиры антиправительственными разговорами, которые ничем не кончались. Все это способствовало укреплению государственной власти и в конечном счете шло на пользу самим же аристократам.

В социалистическом государстве боярские вотчины или частные фабрики потомков высокопоставленных партийных деятелей выглядели бы неуместно. Поэтому Сталину пришлось искать другие пути решения проблемы. Таким решением было создание почетной и выгодной сферы деятельности вдали от государственной власти. Этой сферой и стала наука.

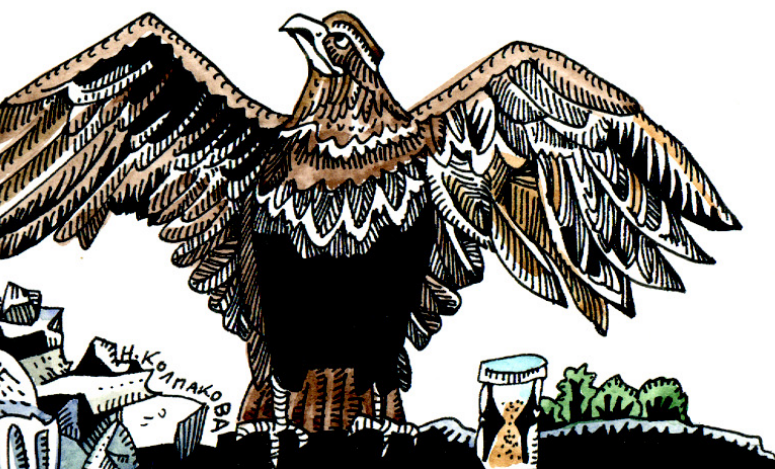
Безусловно, ученые, создававшие науку мирового уровня, заслужили то высокое жалование (по меркам развитых стран Запада очень скромное), которое они стали получать после 1946 года. Однако это сразу же породило проблемы.

Однажды английская королева пожелала узнать, какое жалование получает придворный астроном. А когда узнала, то возмутилась и велела это жалование утроить. На следующий день астроном явился к ее величеству и попросил отменить это решение. Королева захотела узнать, с чем связана столь странная просьба. «Ваше величество, — ответил астроном, — раньше моя должность привлекала только немногих любителей астрономии, и я мог работать спокойно. Но после вашего указа моя должность привлечет многочисленных любителей денег, поэтому через месяц меня съедят!»

Как только наука стала прибыльным делом, резко обострилась борьба в научной среде. Отражением этой борьбы стали «дискуссии» в области генетики, языкознания и других наук.



Художник Н. Колпакова



Было бы несправедливо возлагать ответственность за погромы научных направлений исключительно на научное сообщество. Но нельзя не отметить, что замыслы властей находили множество усердных исполнителей. Их усердие подогрелось, помимо прочего, и мечтами о грядущих больших окладах. Так продолжалось до тех пор, пока не сформировались «правила игры», позволяющие сравнительно цивилизованными способами решать, кто достоин, а кто не достоин высоких окладов. К слову сказать, то же самое происходило и в государственном аппарате. Когда номенклатура организовалась и сформировала относительно мирные правила продвижения, массовые репрессии против своих прекратились, а проштрафившихся начальников стали переводить на другую работу, что способствовало смягчению нравов во всех сферах.

Сталин, по-видимому, хорошо понимал, что повышение жалованья научным работникам и соответственно рост их престижа повлекут за собой возникновение влиятельного сословия, относительно независимого от высшей власти и в известной степени ей противостоящего. Поэтому он с самого начала стремился показать новому сословию, кто хозяин в стране. В этом одна из причин акций конца 40-х годов против генетики и других наук. Результат оказался противоположным: власти пришлось признать ошибки и обе стороны стабилизировали свои отношения на менее приятных для властей условиях.

В конце 50-х годов советская наука переживает блистательный расцвет. Престиж научного работника высок как никогда и нигде в мире. Правда, и здесь имеются свои градации: физики с презрением смотрят на химиков, химики — на биологов, биологи — на гуманитариев. На экранах идет фильм «Девять дней одного года», который воспринимается как картинка из жизни высшего общества. Научная интеллигенция упивается славой и не хочет замечать грозных симптомов грядущего падения. А они становятся все более явными.

Прежде всего катастрофически падает престиж квалифицированного рабочего. Бездарь с дипломом стоит в глазах общественности значительно выше. В результате начинается стремительная деградация рабочего класса. Снижается ква-

лификация, растет пьянство — ибо если человека не уважает общество, он ищет уважения в теплой компании из троих человек. Падает престиж и специалистов с высшим образованием: учителей, инженеров из тех областей, которые не относятся к самым современным. Деградирует образование, нарастает разрыв между различными отраслями народного хозяйства. СССР все больше становится похожим на Верхнюю Вольту с ракетами. Продолжается падение социального престижа крестьянства, мало-мальски способные люди бегут из села в город. В итоге сельское хозяйство хиреет, несмотря на значительные средства, выделяемые ему после 1965 года. Таким образом, расцвет науки оглачивался деградацией очень многих областей народного хозяйства.

С другой стороны, в 50-е годы у начальства появляется новая, куда более заманчивая возможность обеспечить благосостояние своих детей. Разрядка международной напряженности вела к увеличению вакансий в дипломатических и околодипломатических ведомствах. Работа за границей обеспечивала сверхвысокий по советским стандартам жизненный уровень, намного выше, чем у ученых. Несомненно, и науке международные контакты приносят пользу. Но при этом теряет свое значение одна из главных причин, заставляющая высшую власть поддерживать науку: номенклатурные дети отныне идут в дипломатию и внешторг.

Внутри науки тоже не все благополучно. Вообще говоря, почти всегда и везде научная работа была занятием для оригиналов, равнодушно относящихся к материальным благам, вроде князя Федора, упоминаемого в «Горе от ума». Серьезные люди идут в гусары, чиновники или коммерсанты. Но после того, как научная деятельность стала привилегированной, туда пошел деловой человек, принес с собой традиции и нравы, более умелные в иных сферах деятельности.

К сожалению, способности исследователя и дельца редко совмещаются в одном человеке. А исследователь, стремящийся работать в свое удовольствие, сплошь и рядом терпит поражение в конкуренции с дельцом. Ибо делец хорошо понимает, чего стремится достичь, и решительно, не отвлекаясь, идет к цели. Справедливости ради следует отметить, что делец может скорее получить конкретный результат, чем человек с психологией исследователя и творца. Однако же засилье дельцов разрушает научные традиции и в конечном счете приводит научное сообщество к идейной деградации.

Постепенному упадку советской науки способствовали и особенности ее организации. В СССР научная работа велась главным образом в научно-исследовательских институтах. НИИ представлял собой иерархически построенную организацию, на вершине которой находился директор со своими заместителями, далее шли заведующие отделами, лабораториями, главные, ведущие, старшие, младшие и просто научные сотрудники. В самом низу пирамиды были лаборанты.

Иерархическая организация естественна для завода, работающего на единый конечный продукт. Естественна она и для НИИ, разрабатывающего крупную научную программу, — например, для руководимого Н.И.Вавиловым Всесоюзного института растениеводства. Однако для обычного НИИ, где разные исследователи занимаются не связанными между собой про-



ДИСКУССИИ

блемами, такая организация противоестественна и оправдывается лишь преимуществами в снабжении. Недостатки же были очень ощутимыми. Главным из них был научный монополизм.

Если бы советские НИИ носили только номер или имя основателя их Великого Академика, то недостатки подобной системы организации были бы не так велики. Но институты имели еще и названия, четко очерчивавшие их сферу деятельности и гарантировавшие их монополию в данной отрасли знаний. Стихийный процесс развития науки укладывался в прокрустово ложе административной структуры. Заметим, что эти структуры создаются под существующую *в настоящий момент* структуру науки. Но весь смысл научной деятельности в том и заключается, чтобы изменять эту структуру. И поэтому система головных НИИ несла в себе заряд консерватизма.

К счастью, жизнь брала верх над административной логикой. В институтах развивались междисциплинарные исследования, исследователи, работавшие в различных отраслях, устанавливали неформальные связи, проводили совместные работы. Развивалось «научное пиратство» на территориях, отданных во владение другим институтам. Однако на это уходили силы, которые могли быть использованы более рационально.

Немало проблем порождала и жесткая иерархическая структура НИИ. В институтах с неумолимой силой действовал известный принцип Лоуренса Питера: «Любой работник поднимается до уровня своей некомпетентности». Этот закон работает там, где наградой за хорошее исполнение служебных обязанностей является повышение в должности, но отсутствуют механизмы, заставляющие понижать в должности не слишком хорошего работника. Дело в том, что для работы на разных ступенях иерархической лестницы требуются разные способности: хороший полковник может оказаться плохим генералом, и наоборот. В результате любой работник дослуживается до уровня своей некомпетентности, где и застревает.

Это касается и науки. Младший научный сотрудник должен точно, квалифицированно и по возможности без импровизаций выполнять указания шефа. Старший научный сотрудник должен думать о том, как решить научную проблему, завлаб должен проблему поставить, а директор — определять общую стратегию развития. Кроме того, завлаб должен уметь руководить людьми, директор — руководить подразделениями института. Выполнение этих обязанностей требует совершенно различных черт личности. Чарльз Дарвин и Альберт Эйнштейн при всей их гениальности не смогли бы стать не только директорами институтов, но даже завлабами. Не тот характер.

В советских научно-исследовательских организациях действие принципа Питера усугублялось предрассудком, согласно которому хорошим научным администратором может быть только большой ученый. В итоге плодились полуученые-полуадминистраторы, а всякий уважающий себя министр стремился непременно защитить докторскую диссертацию, привлекая к работе над ней подчиненных ему специалистов, ибо одновременно готовить диссертацию и руководить министерством невозможно. Полуученые-полуадминистраторы задавали тон в науке, оттесняя на второй план как талантливых ученых, так и талантливых администраторов.

Необходимым условием для повышения в научной иерархии была защита диссертации, сперва кандидатской, затем докторской. Кандидатская диссертация открывала путь к самостоятельной работе, докторская — к самостоятельному выбору научного направления. Я уже не говорю о существенно более высоком жалованье. Поэтому работа в НИИ заставляла мало-мальски честолюбивого научного работника всеми силами стремиться к получению ученой степени. При выборе темы для исследования на первом месте оказывался вопрос: «Диссертабельна ли она?» Есть ли гарантия, что будет получен результат, на основе которого удастся написать увесистый том? А гарантию дает только тема, в которой нет ничего принципиально нового. На разработку таких тем ухो-

дят лучшие годы молодых исследователей, лелеющих надежду после защиты заняться настоящей наукой. Однако «остепенившийся» исследователь понимал, что лучшие годы ушли.

Патриархальные нравы институтов способствовали сохранению небольшой прослойки «чудаков», которые не претендовали на карьеру и занимались «черт-те чем». Иногда такие исследователи удивляли мир выдающимися результатами, чаще — умирали в безвестности. Погоды в НИИ они не делали, однако же несколько расцветивали общий серый фон. Немало было в НИИ и обыкновенных бездельников. Они не претендовали на карьеру, не занимались наукой и ценили пусть небогатую, но спокойную жизнь. В эту категорию попадали обремененные семейными заботами женщины, не нашедшие своего места в жизни мужчины, родственники влиятельных лиц и т. д. Институтская общественность, как правило, терпела их, ибо они никому не мешали. Гораздо хуже относились к тем, кому «больше всех надо». Такие работники создавали весьма невыгодный фон, на котором серость выглядела серостью.

Время от времени высокое начальство начинало походы против «балласта». Так, была сделана попытка оценивать достижения научного работника в баллах и по итогам дифференцировать зарплату. Этот план, напоминая выдвинутую в свое время «армянским радио» идею измерять культуру в метрах, слава Богу, провалился. Ибо его первой жертвой стали бы многочисленные работники, которые всерьез думали о науке и поэтому не могли интересоваться зарабатыванием баллов.

Проект балльной оценки подверг сокрушительной критике С.Г.Кара-Мурза в книге «Проблемы организации научных исследований» (1981), где убедительно показал, что балльная оценка труда научных работников разрушит научную субкультуру и поведет к еще более интенсивной деградации науки. (В наши дни имя Сергея Георгиевича Кара-Мурзы, одного из самых талантливых публицистов оппозиционного лагеря, хорошо известно широкой общественности.)

Главное расхождение между С.Г.Кара-Мурзой и его оппонентами заключалось в вопросе о том, является ли научная работа индивидуальной или коллективной деятельностью. Для массового сознания наука — деятельность сугубо индивидуальная: исследователи работают каждый над своей темой, а задача администрации — поощрять усердных и наказывать рублием нерадивых. Сергей Георгиевич утверждал, что научная работа — коллективный процесс, в некотором смысле даже более коллективный, чем работа на заводе. Без неформального обсуждения проблем между коллегами никакая наука невозможна. А раз так, то модное ныне понятие «интеллектуальная собственность» начинает тормозить научно-исследовательский процесс, ибо страх, что коллега украдет твою идею, мешает свободному обсуждению. Теряет смысл и оценка индивидуального вклада исследователя, тем более выраженная в баллах. С точки зрения С.Г.Кара-Мурзы, главная задача научного администратора заключалась в том, чтобы терпеливо выращивать научные группы, способные давать плоды в будущем. Но в реальной жизни деятельность самого администратора оценивается по сиюминутным результатам, и ничем хорошим это не кончается.

Балльная оценка не получила распространения, однако в науке 70—80-х годов возникла удивительная практика: социалистическое соревнование между научными подразделениями и отдельными исследователями. Подсчитывались баллы за статьи, выступления на конференциях, работу в колхозе и на овощной базе, общественную работу и т. д. Даже убежденные седины завлабы всерьез относились к этой игре, с пеной у рта отстаивая каждый лишний балл для своей лаборатории. Это было тем более странно, что никаких сколь-нибудь значительных благ победа в соцсоревновании не давала.

Слабость позиции С.Г.Кара-Мурзы заключалась в том, что, хорошо понимая, чего нельзя делать, он затруднялся давать конкретные рекомендации и был вынужден ограничиться непопулярной ролью умного консерватора, которого все клянут, чувствуя в глубине души его правоту.

В СССР так и не удалось создать эффективный механизм, вдохновляющий работников промышленности на внедрение научных достижений в практику. Делались попытки решить проблему чисто административными путями. Так, в документах, оформляемых при защите диссертации, соискатель обязан был указать практическую значимость своего труда. Практическая значимость должна была отражаться и в толстых отчетах, ежегодно создаваемых институтами и лабораториями. Однако при отсутствии реальной заинтересованности практиков все это превращалась в очковитирательство. Время от времени власть пыталась взвалить на науку ответственность за хозяйственные провалы. Все дело, мол, в том, что наши ученые от практики оторвались. Такие попытки, предпринимавшиеся в конце сороковых годов и при Н.С.Хрущеве, обычно порождали новый вал очковитирательства.

Идея о том, что научные работники должны сами искать применение своим разработкам, — изначально порочна. Научный работник не может и не обязан знать проблемы, стоящие перед производством. Он может эффективно работать для практики только в одном случае: если практики сами ищут контактов с ним. Этого не было, а потому не было и результата.

Что было можно сделать в 70-х годах для улучшения ситуации? По-видимому, немного. Действительно полезными могли оказаться меры, направленные на всемерное поддержание и укрепление научных традиций и механизмов их воспроизводства, направленные на интеграцию науки и высшего (а в ряде случаев и среднего) образования. Интересный опыт такой интеграции имелся в Московском и Новосибирском университетах, московском Физтехе, Северо-Кавказском научном центре высшей школы и т. д. Вузы и НИИ тесно взаимодействовали, не сливаясь в единое целое. Взаимодействовали как на уровне отдельных сотрудников, так и организации в целом. Результатом было обогащение социальной среды, заставлявшее людей внутренне подтягиваться. У профессиональных преподавателей разрушалась уверенность в том, что они владеют истиной в последней инстанции. А научные работники, желавшие покрасоваться перед прекрасными студентами, стремились идейно и интеллектуально расти.

Многие выдающиеся ученые, как в нашей стране, так и за границей, любили преподавательскую работу. Преподавание, если оно не сводится к пересказу учебников, заставляет исследователя многое осмыслить. И нередко бывает, что чтение лекций, а главное, живое общение со студенчеством порождают новые научные идеи. Привлечение же исследователей к преподаванию в вузе почти автоматически влечет за собой следующий шаг: научный работник начинает работать со школьниками. Потребность увидеть собственную науку детскими глазами оказывается чрезвычайно сильной. И, надо думать, именно эта потребность вдохновляла таких выдающихся ученых, как А.Н.Колмогоров, И.К.Кикоин, М.А.Лаврентьев, И.М.Гельфанд и многих других, на работу с подростками.

Итак, неформальный блок «школа — вуз — наука» обеспечивает воспроизводство научных традиций и формирует среду, способную без всякой балльной оценки труда исследователей (и даже без материального стимулирования) выдавать нагора высококласные научные результаты. Просто потому, что формируется сообщество людей, которым наука интересна.

В фундаментальной науке такое возможно. А как насчет науки прикладной?

Вообще говоря, точно так же. И здесь вышеописанный механизм мог бы заработать, но этому помешала роковая стратегическая ошибка, допущенная в 50-х годах, — не на уровне организации науки, а на уровне вуза и даже средней школы. На вооружение была неявно принята концепция, согласно которой инженерного таланта... не существует. Единственным критерием способности человека к инженерной работе считалось умение решать типовые задачи по математике и физике. В итоге стало разрушаться сообщество, которое хранило и передавало из поколения в поколение традиции инженерного творчества и изобретательства.



ДИСКУССИЯ

Никто не спорит, что знание математики и физики необходимо инженеру. Но оно не гарантирует способностей и склонности к техническому творчеству. Нельзя забывать и о том, что в возрасте 16—17 лет девушки решают не слишком нестандартные задачи по математике и физике лучше юношей и таким образом имеют фору на вступительных экзаменах. Я не противник эмансипации женщин. Но все-таки техника — это в основном мужское дело. И преобладание девушек среди студентов технических вузов — тревожный симптом.

Разумная политика, формирующая пополнение технических вузов, должна была в первую очередь включать активную работу со школьниками, которые увлекаются техническим творчеством. И по-видимому, нужно было давать на вступительных экзаменах конструкторские задачи: «Предложите конструкцию устройства для...» Реальная же стратегия основывалась на представлении об инженерах как о физиках второго сорта. В результате инженерные вузы пополнялись отходами физфаков университетов, и вместо гордости за профессию молодым людям прививали чувство ущербности. Уже в 60-е годы в технические вузы абитуриентов стали заманивать. Все это никак не способствовало сохранению и развитию лучших инженерных традиций.

Дело, разумеется, не только в этом. Ввиду объективных причин снижались и общественное положение инженера, и его зарплата, и реальный спрос на техническое творчество. И все же слишком пассивно вело себя инженерное сообщество, почти не пытаясь противостоять собственному вырождению.

Еще одна рекомендация, которую можно было бы дать организаторам отечественной науки 1970-х годов, — разработка и постепенная реализация комплекса мероприятий по демополизации науки. Одним из первых шагов в этом направлении могла стать замена названия института номером или иным условным знаком, не несущим прямых указаний на то, чем институт должен заниматься. Так, Физический институт АН СССР мог бы превратиться в Институт им. академика С.И.Вавилова; Институт химической физики АН СССР в Институт им. академика Н.Н.Семенова и т. д. Следовало бы, опять же постепенно, ослаблять зависимость лабораторий от институтской администрации. Нужно было разделить научное и административное руководство институтов, передав посты директоров профессиональным администраторам, не претендующим на академические регалии (таким, например, как директор Института биологии внутренних вод АН СССР, прославленный полярник Иван Дмитриевич Папанин). А Великие Академики могли бы стать председателями ученых советов и сохранить свое драгоценное время для научной работы.

Нужно было вложить значительные средства в отечественное научное приборостроение и, возможно, как это рекомендовал С.Г.Кара-Мурза, создать оснащенные по последнему слову техники межинститутские приборные центры. Нужно было поднять зарплату и академический статус вспомогательного персонала. Эти и подобные мероприятия, вероятно, не привели бы к радикальному улучшению ситуации, но тем не менее принесли бы пользу...

Впрочем, говорить о гибели российского научного сообщества, наверное, все-таки преждевременно. Сохранились люди, и сохранились контакты между ними. А значит, есть надежда на возрождение.



Химики и футболисты: что между ними общего?

В свое время любители футбола обнаружили, что из ста лучших бомбардиров СССР (футболистов, забивших максимальное число голов на первенствах СССР) каждый десятый родился в 1937 году («Совершенно секретно», 2002, № 10). В литературе нет попыток анализа, хотя сам факт привлек к себе внимание и его вспоминали в печати неоднократно (например, «Вечерняя Москва» 23.08.2007).

В 2001 году был опубликован справочник «Кто есть кто в российской химии». И оказалось, что при распределении химиков, попавших в этот справочник, по годам рождения тоже выявляется скачок в 1937 году. Посмотрим на таблицу, приведенную в «Химии и жизни» (2002, № 3):

1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
34	38	74	46	52	32	39	18	16	29	28	43	28	33

Скачок 1937 года столь велик, что не может не привлечь к себе внимания. А в книге В.Бондаренко «Дети 1937 года» (М.: Изд-во ИТРК, 2001) речь идет о значительном числе известных писателей того же года рождения. Конечно, кого отнести к известным, решал сам автор книги, но список впечатляет.

Что же касается химиков, то данные по 1938–1946 годам явно коррелируют с числом рождений в эти годы. К сожалению, демографических данных за 1941–1949 годы найти не удалось. Явно виден провал 1942–1943 годов, в причине которого трудно усомниться. Видны скачки 1944 и 1946 годов – в годы, когда увеличивалось число рождений (в 1944 году были приняты меры по укреплению семьи и несколько улучшились условия жизни, а в 1946 проявили себя демобилизация армии и другие эффекты, связанные с окончанием войны). Более того, в данных о химиках заметен провал 1940 года, и это соответствует демографической таблице. Все это позволяет считать, что данные о химиках за 1935–1948 годы в основном соответствуют демографическим процессам.

А теперь обратимся к демографическим данным за предвоенные годы:

1935	1936	1937	1938	1939	1940
5249	5289	6549	6516	7634	6999

Вверху – год, внизу – число родившихся в тысячах человек; данные за 1939 и 1940 годы даны для СССР в послевоенных границах.

Ввиду отсутствия надежной и полной демографической информации за предвоенные годы эти данные были получены путем математической обработки той неполной, а также косвенной информации, которую удалось собрать. (Е. Андреев, Л. Дарский, Т. Хорькова. Опыт оценки численности населения СССР. 1926–1941 годы. «Вестник статистики», 2000, № 7). Эти данные были использованы в фундаментальном труде институтов РАН (Население России в XX веке. Исторические очерки. Т. 1. М.: РОСПЭН, 2000), так что более точных данных к 2000 году, по-видимому, не было.

Тем не менее данные за 1938–1946 годы заставляют задуматься. Поразительно, насколько данные о числе извест-

ных химиков этих годов рождения коррелируют с данными о числе рождений – включая падение 1940 года. И не видно корреляции с числом студентов в химических вузах! Все соответствует простейшей модели: среди родившихся в каждом году был некоторый процент весьма толковых и они попадали в элиту химиков. Родившиеся в 1938 году поступали в вузы в 1955 году. После этого года прием в химические вузы не уменьшался, а после лозунга Н.С. Хрущева «плюс химизация» он, скорее всего, увеличился. Но корреляцию мы видим только с числом рождений. Студентов-химиков 1941 и 1942, 1946 и 1947 годов рождения учили те же преподаватели, их число год от года не уменьшалось, а результаты получались разные. Почему?

Конечно, все это может быть следствием каких-то совпадений. Поэтому было бы желательно найти соответствующие данные по физикам, математикам и т. д. Но если обнаруженная корреляция не случайна, то можно сделать вывод: чтобы иметь специалистов высшей квалификации, государству следует не столько увеличивать прием в вузы, сколько обеспечивать качество абитуриентов. В частности, значительное увеличение в 50-е годы приема в элитные вузы, в особенности на математические и физические специальности, не должно было значительно увеличить число сильных физиков и математиков, но могло уменьшить число сильных инженеров. Печальные последствия могли иметь эксперименты с правилами приема в вузы, когда значительная часть абитури-



ентов поступала туда на льготных основаниях. Причем последствия таких экспериментов проявляются не сразу. Те, кто поступал в вузы в 50-е годы, стали занимать руководящие посты в конце 70-х – и это могло быть одной из причин тогдашней деградации.

Но присмотримся получше к той информации, которая у нас есть. Интересна связь между падением числа рождений в 1940 году и уменьшением числа химиков 1940 года рождения. Данные из демографической таблицы могут быть неточными, но уменьшение числа рождений в 1940 году, скорее всего, произошло фактически. Действительно, в 1939 году проводились крупномасштабные мобилизационные мероприятия. Самое значительное из них – мобилизация в восемь военных округов в сентябре 1939 года («Известия ЦК КПСС», 1990, №1). Были и другие мероприятия, каждое из которых не могло значительно повлиять на рождаемость, но их сум-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

шение качества жизни образованные граждане ответили повышением рождаемости. Это действительно могло способствовать «улучшению качества населения».

Уместно обратить внимание на провал среди химиков 1947 года рождения, вроде бы не связанный с числом рождений в этом году. Вот возможное объяснение. Есть семьи, где к планированию семьи приступают после рождения первого ребенка. Мол, без ребенка не семья, но, когда один ребенок уже есть, начинают действовать другие соображения. При этом к планированию семьи более склонны люди с образованием. Поэтому в 1947 году могла уменьшиться рождаемость в интеллигентных семьях. Но это могло произойти и в 1938 году, как демографическое следствие Большого террора. Уменьшение числа рождений в 1938 году было невелико. Однако Большой террор сильнее всего затронул верхние слои общества, и рождаемость среди них могла упасть сильно. Среди химиков после значительного роста 1937 года последовало падение 1938-го, а после значительного роста 1946 года – падение 1947-го. Такое совпадение – дополнительный аргумент в пользу поиска объяснений подобным явлениям социальными процессами в образованных слоях общества.

Так или иначе, если «эффект 1937 года» проявился относительно химиков и футболистов, а возможно, и писателей, то есть людей, выбравших совершенно разные виды деятельности, – наверное, это дает дополнительный стимул для выяснения, что же произошло в 1937 году с точки зрения демографии. Кстати, в Германии также были значительные демографические провалы. Не происходило ли там нечто подобное? Кроме того, надо разобраться и с явлениями другой природы. Если в каком-то году было увеличено число игр на первенстве СССР по футболу, то начиная с этого года число забитых голов должно было увеличиться. Если в 1958 году Н.С.Хрущев провозгласил лозунг «плюс химизация», то прием в химические вузы в 1958 или 1959 году, скорее всего, увеличился. Поэтому, чтобы иметь более полную картину, хотелось бы наряду с данными о футболистах и химиках найти также данные о хоккеистах, физиках и т. д.

И.И.Гольдфаин

марный эффект мог быть замечен. Призывы резервистов уменьшают рождаемость в семьях мужчин, годных к военной службе, и поэтому, возможно, уменьшают средние показатели здоровья населения. Кстати, у футболистов среди ста лучших бомбардиров нет ни одного 1944 и 1945 годов рождения («Совершенно секретно», 2002, №10). Возможно, по схожим причинам, поскольку футболист должен быть здоровым. А военкоматы в 1943–1944 годы добирали здоровых мужчин. В основном на освобожденных территориях, но не только.

Вернемся к скачку 1937 года. Одна из причин – значительное увеличение числа рождений по сравнению с предыдущим годом из-за запрета аборт в 1936 году. Но такой запрет не способствует повышению в среднем «качества» родившихся, и число рождений не объясняет превышения числа химиков 1937 года рождения над последующими года-

ми. Ростом числа рождений можно объяснить лишь разницу между 1936 и 1938 годами. Возможно, 1937 год рождения испытывал меньшую конкуренцию со стороны старших возрастов из-за низкой рождаемости в 1935 и 1936 годах. Превышение 1937 года рождения над предыдущими можно попытаться объяснить также общим улучшением обстановки в стране ко времени окончания ими средней школы. Например, отменой в 1953–1954 годах ограничений «для некоторых категорий граждан» при приеме в элитные вузы (в частности, по пункту «дети врагов народа»). Не исключено, что в 1937 году проявился положительный эффект Конституции, принятой годом раньше. Тогда впервые за время существования СССР было объявлено о равенстве граждан перед законом и, что более важно, неравенство уменьшилось фактически – в существенной степени утратил свое значение пункт «социальное происхождение» в анкете. На улуч-



Огонь без спичек и зажигалок

И.А.Леенсон

О владение огнем немало способствовало тому, чтобы вид человек прямоходящий (*Homo erectus*, которого прежде называли питекантропом или синантропом) сменился видом человек разумный (*Homo sapiens*). Вероятно, огнепоклонники — первые религиозные люди на Земле. В Индии в древнейших гимнах «Ригведы» воспеваются Агни — бог огня, домашнего очага и жертвенного костра. По числу упоминаний в «Ригведе» Агни занимает второе место после Индры, главы всех богов. Именно от древнего индоевропейского корня произошли и латинское *ignis*, и наше «огонь»; этот корень в том или ином виде есть во всех славянских языках, и не только в них

(по-литовски огонь — *ugnis*, по-латышски — *uguns*, да и по-английски *igneous* — огненный).

Первый использованный человеком огонь был нерукотворным: его зажгла молния или раскаленная вулканическая лава. Вначале вид огня должен был вызывать панический ужас у всего живого. «Красным цветком... называли огонь, — пишет Редьярд Киплинг в «Книге джунглей», — потому что ни один зверь в джунглях не назовет огонь его настоящим именем. Все звери смертельно боятся огня». Человек, в отличие от зверей, сумел преодолеть страх и приручил огонь. Многие мифы связывали овладение огнем с древними героями, похитившими его с неба. Самый известный из них — миф о Прометее. И так как вспыхнувшее от удара молнии дере-

во — явление очень редкое, сохранение огня было важнейшим ритуалом. Ведь его потеря, особенно в холодное время, была почти равноценна потере жизни. Отсюда многие древние и современные ритуалы: жрецы в храмах поддерживали неугасимый огонь, в память о погибших горит Вечный огонь, перед очередными Олимпийскими играми из Греции несут олимпийский огонь.

Искусственное добывание огня было насущной потребностью первобытного человека. Со школы мы знаем, что в древности люди добывали огонь трением. Но мало кто пытался воспроизвести это нехитрое на первый взгляд действие. А из тех, кто из любопытства все же пытался, мало кому удавалось разжечь костер без спичек и без зажигалки. Тут нужны и специальные материалы, и особая сноровка и умение.

Просто тереть друг о друга даже твердые и сухие дощечки — занятие бесполезное. Как сообщает Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона (т. XXI^А, с. 704), способов добывания огня трением существует три: сверление, пиление и проведение борозды. И далее: «Сверление, в свою очередь, производится: а) непосредственно руками; берется узкая дощечка сухого дерева, кладется на землю, на нее становится коленями человек и упирает в нее сухую круглую деревянную же палочку; предварительно в дощечке делается небольшая (неглубокая) ямка, соответствующая диаметру палочки, и от этой ямки проводится к боковому краю дощечки небольшая бороздка, по которой могли бы выдавливаться образуемые сверлением древесные опилки; вставив в упомянутую ямку палочку, человек вращает ее между ладонями, стараясь в то же время ее нажимать; ладони его при этом спускаются постепенно по палочке вниз и приходится их несколько раз быстро вскидывать к верхнему концу, но так, чтобы воздух не успевал попасть под нижний конец палочки. После непрерывного вращения в течение некоторого времени, древесная пыль нагревается и, наконец, воспламеняется, причем нужно иметь наготове уголь и трут для принятия огня, который затем раздувается. Скорое добывание огня этим способом требует ловкости и сноровки; он употребителен у эскимосов Лабрадора, у индейцев острова Ванкувера, у бушменов и других племен Африки, а также был в ходу в Японии, на Мадагаскаре и в других странах».

Далее автор статьи, профессор Московского университета по кафедре географии и этнографии Дмитрий Николаевич Анучин (статья подписана его инициалами Д.А.), приводит в пунктах б) и

в) различные варианты описанного выше способа, отличающиеся тем, что на палочку сверху давит груз, а сама она вращается не ладонями, а веревкой, обернутой вокруг палочки. Веревка может привязываться к своеобразному луку, как тетива. Такой способ значительно облегчает работу, но он все равно не для новичка. Ведь нужно выбрать подходящее дерево, а главное – суметь раздуть огонь.

Со временем примитивный способ добывания огня при помощи палочки сменился более производительным. В дело пошли кремь, кресало и трут. Кремь – это природный минерал пирит (от греч. *pyr* – огонь), кубическая модификация дисульфида железа FeS_2 , золотисто-желтые кристаллы с металлическим блеском; их плотность $5,03 \text{ г/см}^3$. (Следует иметь в виду, что в обиходе слово «кремь» может означать также кварцевый минерал халцедон. Для любителей украшений интересна другая, ромбическая модификация дисульфида железа с плотностью $4,87 \text{ г/см}^3$. Это минерал марказит.) В раннее Средневековье немецкие рудокопы заметили, что при ударе стальной кирки о сухой пирит этот минерал крошится и одновременно от места удара рассыпается целый сноп ярко-желтых искр. Это свойство и стали использовать в приспособлении для добывания огня – огниве, которое хорошо известно по сказке Андерсена. Куском кремня ударяли по кресалу – полоске очень твердой стали с мелкой насечкой. При этом из кремня вылетали мелкие частицы, которые тут же воспламенялись на воздухе (похожее явление происходит, когда к быстро вращающемуся точнолюбно камню прижимают стальной предмет). Химия здесь та же, что и при обжиге пирита; этот процесс применяют в промышленности и изучают в школе на уроках химии, а на вступительных экзаменах преподаватели часто просят абитуриента написать соответствующее уравнение и подобрать к нему коэффициенты: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$.

Но получить хорошие искры – это еще не все. Не так-то легко разжечь костер, даже если у вас есть мотор с точильным камнем и нож из самой лучшей стали. Для получения настоящего огня нужен еще один посредник – трут. Это материал, часто волокнистый, который начинает тлеть при попадании на него горячий искр. Трутом может служить хлопок, высушенный мох, льняные волокна, а кроме того, так называемые трутовые грибы, которые в виде наростов встречаются на дубе или ясене. После вываривания этих грибов в воде



с золой полученную массу пропитывали раствором селитры. Селитра как сильный окислитель способствует тому, что трут легко загорается (вернее, начинает тлеть) от малейшей искры. При раздувании тлеющий трут может поджечь сухую лучину. Такой способ добывания огня использовался в течение многих столетий – в Европе вплоть до середины XIX века.

И вот фирма «Экспедиция» предложила нам «Брусок для добычи огня», разработанный немецкой компанией «Ruyan GmbH» (GmbH в переводе с немецкого – это наше ООО). Вот что сказано в описании изделия:

«Магниевый брусок для добычи огня – современное приспособление, помогающее легко развести огонь даже в дождливую или ветреную погоду. Все, что для этого нужно, брусок и нож. Из черного стержня бруска (огнива) высекаются искры (температура искры 3000°C).

Настрогайте ножом немного магниевой стружки и высекайте искры – они мгновенно подожгут стружку. Загоревшаяся стружка обеспечит дальнейшее разведение огня. Легкий магниевый брусок удобно брать с собой. Он всегда пригодится на пикнике и в походе. С помощью цепочки брусок можно прикрепить к поясу или рюкзаку.

Как использовать

1. Настрогайте ножом магниевую стружку из бруска со стороны, противоположной черному стержню – огниву. Лезвие ножа лучше держать перпендикулярно бруску.
2. Соберите магниевую стружку в небольшую кучку и добавьте любой трут (бумагу, листья, маленькие веточки, кору и т. п.).
3. Разместите огниво на расстоянии около 2 – 3 см от стружки под углом примерно 45° , поставив угол огнива на землю. Резко проведите ножом по всей длине огнива. Для достижения максимального эффекта держите лезвие



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

ножа перпендикулярно огниву. Полученные искры мгновенно подожгут магниевую стружку, а затем и трут».

Из чего же сделан черный стержень? Прежде всего черный он только снаружи; если его поскрести или почистить наждачной бумагой, черный слой исчезает и стержень приобретает металлический блеск. Правда, через несколько дней блеск исчезает и стержень опять темнеет. Черный стержень легко отделить от магниевый бруска: он приклеен к желобку в бруске. Клей типа «Момент», оторвать стержень нетрудно, как и очистить его от остатков клея. Для возможной идентификации нужно было измерить его плотность, она оказалась около $6,5 \text{ г/см}^3$. Это довольно близко к плотности таких пирофорных металлов, как церий ($6,66 \text{ г/см}^3$) и лантан ($6,19 \text{ г/см}^3$). Однако чистые металлы и дороги, и свойства их для изготовления «огнива» не подходят. Так, компактный церий на воздухе окисляется за несколько суток, причем кусок металла рассыпается, образуя серый порошок гидратированных карбонатов (в реакции принимают участие кислород воздуха, водяные пары и углекислый газ). Лантан также в присутствии водяных паров довольно быстро окисляется на воздухе, образуя гидратированный оксикарбонат. Так что очевидно, что стержень изготовлен из сплава. Известно, что сплавы часто значительно менее активны, чем их компоненты. На роль такого сплава годится, например, ферроцерий – сплав 10% железа и 90% редкоземельных элементов, в основном церия и лантана, а также магния. Этот сплав (иногда его называют мишметаллом, от немецкого *mischen* – смешивать) широко используется в металлургии для улучшения свойств сталей. А тонкая черная пленка на поверхности стержня – это оксиды, в основном железа. Мишметалл, содержащий железо, окисляется намного медленнее. Так, в коллекции химического факультета МГУ имеется старая стеклянная склянка с притертой крышкой, в которой за несколько десятков лет большой кусок ферроцерия наполовину рассыпался с образованием серого порошка на дне. Но из оставшегося металла можно высекать искры не хуже, чем из «экспедиционного» стержня.

Стержень оказался хрупким, от него легко можно отколоть небольшой кусочек. Он медленно реагирует уже с холодной водой с выделением мелких пузырьков водорода, с горячей водой реакция ускоряется. При добавлении соляной кислоты происходит бурная реакция, и уже через пару минут от металла остается немного черных хлопьев – очевидно, это углерод. Бесцветный раствор со временем становится бледно-зеленым, а на следующий день – желтым, очевидно, из-за окисления кислородом воздуха. После испарения значительной части воды получился темно-коричневый раствор, на дне которого были бесцветные кристаллы. Как известно, хлориды трехвалентных церия и лантана бесцветны.

Другой результат получается, если к раствору вначале добавлять по каплям аммиак. Сразу же выпадает белый осадок, зеленеющий, а потом чернеющий на воздухе. Раствор же приобретает желтый оттенок. Это можно объяснить выпадением гидроксида железа(II), быстро окисляющегося на воздухе, и белого гидроксида церия $\text{Ce}(\text{OH})_3$. Почему выпадает гидроксид железа, понятно: его в сплаве много. А почему именно церий? Потому что его в сплаве должно быть больше всех остальных РЗЭ. Если содержания церия в земной коре принять за 100, то остальные окажутся: La – 41, Pr – 13, Nd – 53, Sm – 11, Eu – 2, Gd – 11, Nb – 6, Dy – 7, Ho – 2,5, Er – 5, Tm – 0,5, Yb – 5, Lu – 1.

При избытке аммиака смесь стала черной и загустела. Но после добавления соляной кислоты образовался желто-оранжевый раствор; после его испарения при комнатной температуре образовались ярко-красные хорошо оформленные кристаллики и желтоватый порошок. В УФ-спектре кристалликов фиксируется широкая полоса с максимумом при 292,8 нм. Желтоватый порошок дает в спектре очень интенсивные узкие линии при 210, 220, 238 и 253 нм. Такие линии в этой области дают ионы редкоземельных элементов, например Ce^{3+} .

Для уточнения состава стержня был проведен его рентгеноспектральный анализ. Он основан на облучении образца ускоренными электронами с регистрацией энергии характеристического рентгеновского излучения, испускаемого атомами в результате электронных переходов в них. Это позволяет быстро идентифицировать большинство химических элементов. При увеличении среза стержня в 400 раз видна неоднородная структура сплава. В нем присутствуют крупные частицы, содержащие 66,5% Fe, и 33,5% Ce. Между этими частицами состав сплава другой:



железа в нем на порядок меньше (6,6%), а остальное – лантан (51%), церий (35%) и небольшие примеси магния и некоторых других элементов (автор благодарит научных сотрудников химического факультета МГУ Светлану Ляшкевич и Алексея Гаршева за помощь в снятии спектров). Таким образом, предположение о том, что сплав – это ферроцерий, подтвердилось.

Остался нерешенным вопрос о природе красных кристаллов. Известно, что красный цвет имеют некоторые комплексные соединений $\text{Ce}(\text{IV})$, например $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$. При растворении этой соли в холодной концентрированной соляной кислоте образуется темно-красный раствор, содержащий H_2CeCl_6 . Красно-оранжевый цвет имеют и кристаллы аддукта с диоксаном состава $\text{H}_2\text{CeCl}_6 \cdot 4\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$. Так, может быть, при испарении раствора образовался гексахлороацетат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CeCl}_6$? Однако такое соединение в литературе не описано. В 1968 г. А.П.Баянов и Р.И.Славкина, работавшие на кафедре общей и аналитической химии Сибирского металлургического института в Новокузнецке (ныне Сибирский государственный индустриальный университет), путем насыщения спиртового раствора $\text{Ce}(\text{OH})_4$ раствором KsCl в концентрированной соляной кислоте синтезировали CsCeCl_6 в виде желтого порошка, который разлагался водой с выделением хлора и обесцвечиванием (публикация 1970 года). Так что нужно искать другое объяснение образованию вполне устойчивых красных кристаллов. Повторный эксперимент показал, что они образуются только при избытке ионов Fe^{3+} в растворе. Если почти нейтральный желто-оранжевый раствор, образовавшийся после растворения черного осадка в минимальном количестве HCl , оставить в теплом месте, из него в результате гидролиза выпадает некристаллический осадок

$\text{Fe}(\text{OH})_3$, раствор светлеет и после испарения воды из отфильтрованного раствора выпадают светло-коричневые, желтые или даже бесцветные кристаллы хлоридов церия и лантана. Таким образом, красные кристаллы – это, вероятно, просто хлориды церия и лантана, окрашенные ионами Fe^{3+} .

А можно ли отделить железо от редких земель? Проще всего это сделать с помощью щавелевой кислоты или ее солей. При добавлении к исходному солянокислому раствору щавелевой кислоты и оксалата натрия выпадает творожистый кристаллизующийся со временем осадок $\text{M}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ($\text{M} = \text{Ce}, \text{La}$), практически не растворяющийся в воде. В то же время FeCl_3 переходит в раствор в виде ярко-зеленого комплексного оксалата $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$. Фотохимикам хорошо известен комплексный ферриоксалат калия, который используют в качестве актинометра для измерения интенсивности света: при освещении его раствора оксалат-ионы восстанавливают $\text{Fe}(\text{III})$ до $\text{Fe}(\text{II})$, а последний дает с орто-фенантролином ярко-красный комплекс; измерив его концентрацию, легко установить, сколько квантов света поглотилось раствором.

Основной же брусок, без сомнения, магниевый. Его плотность, определенная «по Архимеду», то есть взвешиванием на воздухе и в воде, почти не отличалась от плотности чистого магния (1,74 г/см³). Правда, с одним туристом произошла такая история. Испытывая купленное «огниво», он осторожно настругал с бруска небольшую горку и попытался ее зажечь, высекая искры. Горка не загоралась! В чем тут дело? Внимательный осмотр показал, что вид нового бруска сильно отличается от того, какой должен иметь чистый магний. Оказалось, что брусок покрыт тонким слоем сероватой пасты, поверх которой – еще один слой светлой краски (на эту краску нанесен логотип фирмы «Эк-

спедиция»). Если соскоблить краску и слой пасты, то откроется серебристая блестящая поверхность чистого металла. И загораются ее мелкие стружки прекрасно. Опыт показал, что, в отличие от магниевой стружки, которую трудно поджечь спичкой, одного сильного «чирка» на горку магния вполне хватает, чтобы ее зажечь. В походных условиях, если ножа нет, можно воспользоваться острым куском расколотого камня. Более того, можно вообще обойтись без магния и зажечь искрами кусок непроклеенной бумаги (например, туалетной) или ваты...

Сколько может служить брусок? Когда стержнем (для демонстрации коллегам) раз двадцать сильно чиркнули по крупнозернистой наждачной бумаге, так что каждый раз бумага буквально «вспыхивала» от множества искр, масса бруска уменьшилась всего на 46 мг. Значит, поджигать магний для костра можно будет много сотен (а то и тысяч)

раз: нож, которым следует пользоваться по инструкции, соскребает со стержня намного меньше, чем грубая шкурка. Сам же брусок весит более 40 г, и, даже когда он закончится, можно будет разводить костер без магния – как это люди делали в течение сотен тысяч лет.

В заключение следует сказать все же несколько слов о том, что физик может предложить получать огонь с помощью собирающей линзы, тогда как химик может добыть огонь, не используя ни линзу (она годится только в ясный солнечный день), ни трение, ни пирофоры, ни спички, ни зажигалку. Он положит в фарфоровую ступку несколько кристалликов перманганата калия, капнет на них серной кислотой и коснется зеленоватой жидкостью (она содержит Mn_2O_7) ватки, смоченной спиртом. Вата тут же загорится: марганцевый ангидрид – сильнейший окислитель, который немедленно воспламеняет спирт. Суммарное уравнение реакции: $C_2H_5OH +$



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

$2Mn_2O_7 = 4MnO_2 + 2CO_2 + 3H_2O$ (сначала спирт окислится до уксусного ангидрида: $3C_2H_5OH + 2Mn_2O_7 = 2MnO_2 + 3CH_3CHO + 3H_2O$, который потом сгорит). Грамотный химик легко предложит еще десяток аналогичных способов, например воспламенить скипидар концентрированной азотной кислотой, а смесь нескольких крупинок сахара и бертолетовой соли – каплей серной кислоты и т. п.



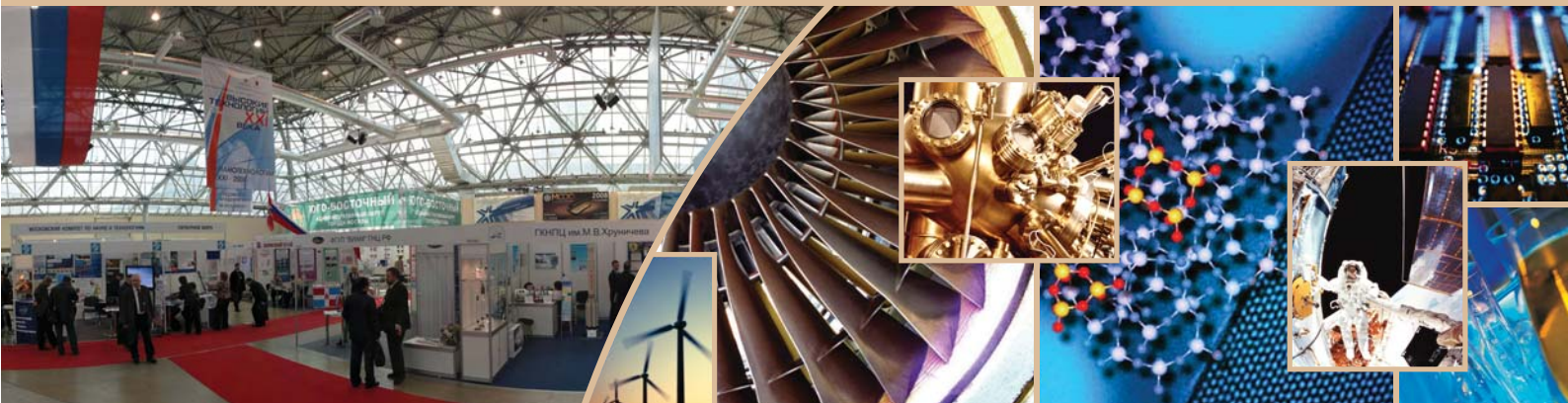
Организаторы:

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации
Департамент науки и промышленной политики города Москвы
Институт экономики и комплексных проблем связи ОАО «ЭККОС»
Российский фонд развития высоких технологий
Московская торгово-промышленная палата
Московская ассоциация предпринимателей
Министерство промышленности и науки Московской области
ЗАО «Экспоцентр»
Под патронатом Торгово-промышленной палаты Российской Федерации

ТЕХНОЛОГИИ
ВТ XXI
высокие



21–24 апреля 2009 года
Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



10 ЮБИЛЕЙНЫЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ФОРУМ И ВЫСТАВКА
**ВЫСОКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**
HIGH
TECHNOLOGY OF
**XXI
ВЕКА**

Устроитель - ООО «ЭКСПО-ЭККОС»
тел.: + 7 (495) 332-35-95, 332-36-01, 331-23-33
e-mail: vt21@vt21.ru

Приглашаем принять участие в мероприятиях Форума:

■ 10-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА»

Тематика экспозиции:

нанотехнологии и новые материалы, биотехнологии и медицина, энергетика и экология, авиационно-космические технологии, телекоммуникационные системы, информационные технологии, радиоэлектроника, лазерные технологии, машиностроение

Выставочные салоны:

«Hi-Tech-МЕГАПОЛИС», «НАУКОГРАД», «ТЕХНОПАРК», «Hi-Tech-НАУКА»

Специализированные выставки:

«НАНОТЕХНОЛОГИИ XXI – 2009», «ЭНЕРГИЯ XXI – 2009», «НЕОГЕОГРАФИЯ XXI – 2009»

- МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ – СТРАТЕГИЯ XXI ВЕКА»
- КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА
- БИЗНЕС-КЛУБ
- ПРЕЗЕНТАЦИИ

www.vt21.ru



Внедрение инновационных разработок в области нанотехнологий, микробиологии, современной биохимии и биотехнологии – предмет особого внимания наших специалистов. Именно это позволяет нам оснащать как междисциплинарные, так и сложные профильные научно-поисковые исследования эргономичными материалами, максимально обеспечивающими эффективный результат пользователю.

ПРОДУКЦИЯ

- Реагенты и наборы для молекулярной биологии, геномики, протеомики, ПЦР - технологий, иммунодиагностики;
- Рестриктазы, полимеразы, нуклеиновые кислоты, системы экспрессии и трансфекции;
- Антитела и Elisa-наборы для детекции антигенов человека и животных;
- Расходные материалы и реагенты для методологий культур клеток бактерий, растений, насекомых, млекопитающих и человека;
- Питательные среды и их компоненты для научно-исследовательской, лабораторной, клинической и промышленной микробиологии;
- Расходные материалы и реагенты для секвенирования и синтеза пептидов и их производных;
- Random и Antisense – олигонуклеотиды, постсинтетическая модификация, PAAG – электрофорез; - Флуоресцентные зонды, красители;
- Пластик от лидирующих мировых брендов: Corning Costar, Nunc&Nalgene, BD Falcon, Greiner bio-one, Sarstedt.

ЛОГИСТИКА

Развитая и структурированная сеть собственной логистики позволяет нам надежно контролировать ритмичность и сроки поставок, четко соблюдать предписанные условия транспортировки и хранения грузов, включая длительную заморозку продуктов от -20 до -80 °С, полностью исключая риск утрат потребительских свойств товара.

КОНТАКТЫ ОТДЕЛА БИОХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

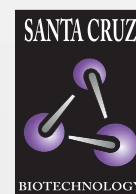
Тел.: (495) 728-4192, 742-8265/66,

(499) 613-2964,

Факс: (495) 742-8341

E-mail : bio@chimmed.ru

www.chimmed.ru



СОРБОМЕТР™

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предназначены для исследования текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов, в том числе нанокompозитов, катализаторов, сорбентов, и т.д.

Характеристики

- Диапазон измерения удельной поверхности: 0,1-1000 м²/г
- Погрешность измерений: 6% во всем диапазоне
- Полная автоматизация циклов адсорбция-десорбция
- Автоматическая калибровка
- Станция подготовки образцов к измерению

Прибор **СОРБОМЕТР** обеспечивает

- Измерение удельной поверхности однотоочечным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



Прибор **СОРБОМЕТР-М** обеспечивает

- Измерение изотермы адсорбции
- Измерение удельной поверхности многоточечным методом БЭТ и STSA, объема микро- и мезопор
- Расчёт распределения мезопор по размерам

Области применения

- Научные исследования
- Учебный процесс
- Химическая промышленность
- Горно-обогатительная промышленность
- Атомная промышленность
- Производство огнеупорных и строительных материалов
- Производство катализаторов и сорбентов



Художник Е. Станикова

Колобок и другие

Сказка

Виктор Папков

Колобок

- Ты кто? — ошеломленно спросила Лиса.
- Колобок, — ответил Колобок.
- Это до чего ж надо было довести народ, — ужаснулась Лиса, — чтобы он ТАКОЕ колобком называть стал!
- Ты на народ-то бочку не кати, — строго сказал Колобок, — он что хочет, то колобками и называет. И сказки у него, между прочим, разные есть. В том числе и про лис.
- А я что, — сказала Лиса, — я ничего, это у меня вырвалось. Нечаянно.
- За нечаянно бьют отчаянно, — погрозил Лисе Колобок. —

Кстати, а ты зайца случайно не видела? А то мне почему-то сразу волк попался.

— Видела, почему не видела, — ответила Лиса и грустно добавила: — Только очень-очень давно.

Колобок подозрительно посмотрел на Лису.

— А что ты так на меня смотришь? — возмутилась Лиса. — Вы бы еще подольше колобков не присылали, а потом спрашивали, видела я зайца или нет.

— Значит, видела. — Колобок по-прежнему подозрительно смотрел на Лису. — А волка, получается, не видела, раз он мне встретился?

— Почему? — удивилась Лиса. — Волка тоже видела. Это волк меня не видел. Что важнее.

— А медведь?

— А что медведь? — заинтересовалась Лиса.

— А ничего медведь, — ответил Колобок, — медведь как медведь. И вообще что ты тут мне голову дуришь разговорами, дело делать надо. Подставляй нос!

Колобок забрался Лисе на нос и запел.

— Да ты еще и безголосый, — поморщилась Лиса.

— Послушай, — возмутился Колобок, — что ты все время ворчишь? То ей не так, это ей не этак. Ей, можно сказать, обед с доставкой в рот пришел, а она все недовольна. А ну быстро открыла рот и съела! Ам!

— Ам! — от неожиданности сказала Лиса. Потом прислушалась к своим ощущениям и вздохнула: — Никакого удовольствия. С прежними и не сравнить. То ли мир меняется, то ли я старею.

Кто-кто в теремочке живет?

Пчела ужалила медведя в нос. Злой медведь, не разбирая дорог, носился по лесу и ломал все подвернувшиеся под лапу теремки.

Увидев развалины очередного теремка, мышка-норушка негодующе запищала и недвусмысленно дала всем понять, где она будет жить, если все-таки встретится с этим лохматым хулиганом. Лягушка квакнула, зайчик смутился, волк восхитился, а лисичка сказала, что там все не поместятся, так что это не решение проблемы.

Воинственный пыл мышки не остыл, но все задумались.

— Может быть, в лесу осталось хоть одно действительно большое жилище? — робко спросил зайчик.

— Осталось, — хмуро ответил волк, — как раз медвежья берлога и осталась.

— Правильно! — мстительно завопила мышка. — Мы зайдем берлогу, а после того как медведь вернется, мы ка-а-ак...

— Кстати, — перебила мышку лисичка, — а после того как медведь вернется, вы сможете быстро оттуда убежать?

— Ква, — сказала лягушка.

— Да, — сказал зайчик.

— Нет, — сказал волк.

— Тогда этот вариант отпадает, — сказала лисичка. — Надо думать дальше.

— Сколько можно думать! — огорченно воскликнул волк. — Вот придет зима, морозы нагрянут, ветра закружатся, снегом все засыплет. А мне и сейчас есть хочется.

Все посмотрели на зайчика.

— Я, пожалуй, пойду, — сказал зайчик.

— Куда пойдешь? — удивилась лисичка.

— К себе, — сказал зайчик. — Помните, была у зайчика избушка лубяная, а у лисички...

— Давай не будем вникать в подробности, — рассердилась лисичка, — они не всем могут понравиться.

— Как хочешь, — ответил зайчик и ускорился.

— Ква, — сказала лягушка и откуда-то из-под себя вытащила стрелу.

— Ну надо же! — возмутилась лисичка. — И у этой есть запас-

ной вариант! А как же клятва быть вместе? Где желание вместе преодолевать трудности и помогать друг другу в беде? Где радость от удач товарища? Где чувство локтя? И где, в конце концов, мышка?

В лесу раздался истошный рев медведя.

— Вот мышка целеустремленно шла к своей цели и добилась ее, — назидательно сказал волк. — А ты только все думаешь и думаешь. Хотя уже скоро придет зима, морозы нагрянут, ветра закружатся, снегом все засыплет. А мне и сейчас есть хочется. Ты о чем думаешь-то?

— Я думаю о том, как маленькая глупая случайность может разрушить казавшуюся такой крепкой дружбу, — вздохнула лисичка. — И о том, что поверивший в искреннюю дружескую помощь — на самом деле самый настоящий лох.

— Ты это о ком? — заподозрил неладное волк.

— Да ни о ком, Серый, это я просто так. Поэтому расслабься! — Лисичка хлопнула волка по плечу. — А зима — что зима? Чай, не в первый раз, перезимуем. Река льдом покроется, мужики прорубей наделают, будем рыбку ловить. Я такие рыбные места знаю!

Золушка

Все девушки были как девушки и ждали прекрасного принца на белом коне, и только одна Золушка ждала уродливого горбуна на зеленом осле.

Потратив в очередной раз целый час на бесплодные уговоры, разгоряченная фея вылетела из чулана и заорала:

— Нет, я так больше не могу! Я просто отказываюсь работать с нынешней молодежью — она совершенно испорчена! Безвозвратно! Я ей, понимаете ли, то, я ей, понимаете ли, се. Я ищу ей лучших скаковых мышей и резные золоченые тыквы. Я вообще готова согласиться на невыносимые условия! Но она упорно стоит на своем, перебирает крупы и даже не позволяет себе помочь в этом идиотском занятии.

— Ну ладно, — задумчиво сказал примостившийся на лавочке в сенях принц, — я могу нацепить на себя накладной горб или ходить скрючившись. Я могу нацепить на своего коня ослиные уши и даже покрасить его в зеленый цвет, хотя это-то ей зачем? Но куда я дену свою красоту? Красота — она же в любом облике видна! — Принц оторвался от перебирания хрустальных тупфелек и грустным взглядом обвел собравшихся.

— Ах, она неблагодарная! — поддакнула мачеха.

— Ты думаешь, так будет продолжаться бесконечно? — крикнула в открытую дверь чулана фея. — Ты думаешь, на тебе свет клином сошелся? Ты думаешь, что крестная не может найти кого-нибудь другого и исполнять его желания, а не вить тут вокруг тебя целыми днями? Так вот знай, что я могу найти этого другого очень легко и ты останешься в чулане со своей бесконечной крупой!

— А можно я буду этим кем-то другим, чьи желания вы исполните? — робко спросила старшая дочь мачехи.

— Вот! Слышишь? — крикнула волшебница. — Мне даже и искать никого не надо! Сами находятся.

— Ура? — также робко спросила старшая дочь.

— Не ура, — хмуро ответила фея. — Когда я в таком возбужденном состоянии, желания этого кого-то другого могут исполниться самым извращенным образом.

— Ой! — захлопала в ладоши младшая мачехина дочь. — А можно тогда этим кем-то другим буду я?

— Так! Все! Хватит! Проехали! — отрезала фея. — Не хочет она приобщаться к европейской сказочной культуре — не надо! Пусть остается наедине со своим лапотно-крупяным устным народным творчеством! Меняем концепцию коренным образом! Что мы знаем из народного творчества? — Она вопросительно посмотрела на принца.

Принц судорожно сглотнул и бросился к дверям, но было поздно. Волшебница взмахнула волшебной палочкой, что-то ярко



ФАНТАСТИКА

вспыхнуло. А когда все проморгались, то увидели на месте принца огромного зеленого лягуха.

— Ква-а-а, — ошарашенно пролепетал принц-лягух, еще не очень понимая, что с ним случилось.

— У тебя лук есть? — спросила фея у отца Золушки. — Такой, чтобы со стрелами?

— Откуда? — растерянно развел руками старик. — Уже, почитай, прадеды огнестрелами пользовались. Только вот ружье и есть. С дробью.

Волшебница почесала в затылке, а потом махнула рукой:

— Ну и ладушки. Творчество так творчество. Тащи сюда свое ружье с дробью.

Принц-лягух затрясся от ужаса и попытался забиться под лавку.

— Не бойсь, земноводный! — ободряюще кивнула ему фея, а потом хищно посмотрела на чулан: — Пока не все потеряно! Мы еще за любовь-то повоюем!

Репка

Посадил дед репку.

Выросла репка большая-пребольшая.

— Пошли, — хмуро сказала Жучка. Потом покачала головой, вспомнив, что не поздоровалась, и поправилась: — Привет. Пошли.

— Куда пошли? — спросонья не поняла мышка. — Ночь на дворе, так нет — пришла, тарабанишь, честных грызунов будишь.

За Жучкой нарисовался неловко переминавшийся с ноги на ногу дед. Он сорвал с головы шапку и смущенно улыбнулся:

— Здравь!

— А то ты не знаешь куда. — Жучка нервно почесалась за ухом.

— А до утра нельзя было подождать? — попыталась возмутиться мышка, потом взглядела в морду собаки и помрачнела: — Неужели все так плохо?

Жучка ничего не ответила, развернулась и потрусилась к полю, оглядываясь на мышку, чтобы та не отстала.

— И что — опять репка? — спросила мышка. — Или хотя бы в этот раз каким-нибудь огурцом разживемся?

— Дык, — развел руками дед.

— Понятно. — Она зло посмотрела на старика. — Дед, вот только скажи мне, что тебе в этих корнеплодах? Они, я тебе честно говорю, уже доставать стали! На завтрак репка, на обед репка, на ужин репка, зимой репка, летом репка. Даже тараканы в город сбежали, пытаясь найти какое-никакое разнообразие! Дед, ты вообще догадываешься, что кроме твоей репы существует еще куча вещей, которые способны произрастать? Капуста, помидоры или во — ананасы! Дед, ты пробовал выращивать ананасы?

— Нет, — дед покачал головой, — ананасы не пробовал. А из того, что пробовал, только репка и растет.

— Значит, плохо пробовал! — Невыспавшаяся мышка была сварлива до невозможности. — Кстати, а где кошка? Кошка же должна меня звать, а не Жучка!

— Кошка в дымоходе, — ответила Жучка.

— В каком дымоходе, что она там делает? — не поняла мышка.

— В нашем дымоходе, кусочком сажи прикидывается... Ну, вот и пришли.

— Где? О! — Мышка села на задние лапы и, раскрыв рот, уставилась вверх.

Прошло несколько минут в полном молчании.

— Ау! — Жучка помахала лапой перед мышкин носом.

— Послушай, а она вообще где-нибудь кончается? — нервным шепотом спросила мышка, вглядываясь в высь.

— Кончается, — хмыкнула Жучка, — пока еще кончается... Ой, дедушка мой дорогой, ты бы завязывал со своими опытами, а то нам скоро не репку из земли выдергивать придется, а Землю с хвостика твоей репки аккуратно свинчивать. Как тебе вообще такое удалось? Ты этому монстру бабку с внучкой скормил, что ли?

— Да вы уж совсем меня застрашали, набросились, как не знаю кто! — возмущился старик. — Никого я репке не скармливал, тут они, бабка с внучкой, рядышком, в обмороке лежат.

— Ты не бузи! — рыкнула Жучка. — Это у мышки такая реакция на потрясение. Она, реакция, у всех разной бывает. Кто в обморок, кто в дымоход, а мышка завсегда в интеллектуальный юмор ударяется!

— Это да, — согласился дед. — Оно по первому взгляду, конечно, впечатляет.

— И что делать будем? — спросила мышка у собаки.

— А что тут делать? — пожалала та плечами. — Тянуть будем. Деваться некуда. У нас и так с экологией нелады, а после такого вообще никому ничего объяснить невозможно будет. Мутанты, и все тут.

— Нет, — со слезами в глазах воскликнула мышка, — я так больше не могу! Я устала! С этим что-то надо делать! Старик, объясни мне. Вот ты головастый мужик, такое делаешь, — мышка кивнула на репку, — да вся Академия наук ни в жисть не повторит! Трудолюбивый, целыми днями с утра до вечера в поле возишься, спины не разгибая. И все ради чего? Ради того, чтобы вся округа круглый год пареной репой давилась? Может, у тебя что-то с целеполаганием не так? Может, тебе к врачу сходить, поговорить о своих проблемах? Ты посмотри, сколько интересного вокруг. Справа, слева, вверх! Да-да! И вверх тоже! Дед, ты хоть раз в жизни смотрел не в землю, а вверх, на звезды? Звезды, дед, это такие огромные раскаленные шары, летящие в невообразимой бездне... Хотя нет, так ты не поймешь. Звезды — это такие, как бы тебе объяснить, это такие репки. Огро-о-о-омные! Ты даже себе вообразить не можешь, какие огромные! Только они очень-преочень далеко! Так далеко, что до них просто никто добраться не может! И вот если ты до этих репок доберешься, то ты прославишься на всю Землю, на всю Вселенную! Вселенная — это даже больше нашего райцентра, честное слово!

Старик застыл, вглядываясь в ночное небо.

— Дура ты, мышка! — вздохнула Жучка.

— Почему дура? — удивилась мышка. — Посмотри, как у него глаза загорелись!

— Вот именно, — сказала Жучка. — Звезды — это, конечно, хорошо. Вот только мы с тобой теперь даже пареной репы на обед не увидим.

Она подняла голову и горько завyla на желтую репку Луны.



НТТМ 2009

IX ВСЕРОССИЙСКАЯ ВЫСТАВКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА МОЛОДЕЖИ



24-27 июня, Москва, Всероссийский выставочный центр, павильон 75

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Министерство спорта, туризма и молодежной политики РФ
Министерство образования и науки РФ
Федеральное агентство по делам молодежи
Правительство Москвы
Совет ректоров вузов Москвы и Московской области

УСТРОИТЕЛЬ:

Всероссийский выставочный центр

НТТМ-2009 – это:

- итоги региональных конкурсных мероприятий, демонстрация возросшей творческой и научной активности молодого поколения
- эффективная форма общественной и профессиональной экспертизы представленных проектов
- уникальная возможность продвижения инновационных разработок и научно-технических проектов
- информационный повод публичных презентаций научных исследований, изобретений, открытий
- всесторонняя поддержка интеллектуального и творческого потенциала молодежи

Победители конкурсных программ НТТМ выдвигаются на:

- получение премии для поддержки талантливой молодежи
- присуждение гранта по программе «У.М.Н.И.К.»
- награждение медалью «За успехи в научно-техническом творчестве» и нагрудным знаком «Лауреат ВВЦ»

Участники выставки

- представители творческой молодежи из регионов России и стран СНГ в возрасте от 12 до 27 лет.

НТТМ-2009 открывает новые возможности для реализации инновационных проектов по поддержке и развитию молодежи



WWW.NTTM-EXPO.RU



2009 – ГОД МОЛОДЕЖИ



Чечевица

Что такое чечевица? Чечевица — это бобовое растение, соответственно плод ее — боб. В каждом бобе находится от одного до трех сплюснутых семян, похожих на линзы. Впрочем, это еще вопрос, что на что похоже: слово «линза» произошло от латинского названия чечевицы — *lens*. А русское название — это видоизмененное «сочевика», от слова «сочевый» — сочный. В летописях XV века семена чечевицы называют сочивом.

Чем полезна чечевица? Чечевица не накапливает нитратов, токсичных элементов и радионуклидов, поэтому представляет собой экологически чистый продукт, причем весьма вкусный, питательный и полезный. Ее семена содержат от 24 до 35% полноценного белка, который легко усваивается организмом, и 48 — 53% углеводов, не переходящих в жир. Собственного жира в чечевице всего от 0,6 до 2%. С другой стороны, в ней очень много витаминов групп В и РР, железа и микроэлементов (до 4,5%), в том числе редких — марганец, медь, молибден, бор, кобальт, цинк. Прорастающие семена содержат витамин С.

Чечевица содержит растворимую клетчатку, которая улучшает пищеварение. Чечевичное пюре полезно при колитах, язвах желудка и двенадцатиперстной кишки. Полезнейший компонент чечевицы — изофлавоны, вещества группы фитоэстрогенов (растительный аналог эстрогенов). Изофлавоны сохраняют активность даже в вареных и консервированных семенах. Расщепляясь в кишечнике, они действуют как естественные заместители гормонов в женском организме. Изофлавоны предотвращают развитие рака груди, замедляют окисление холестерина и образование сосудистых бляшек, а также предупреждают утончение и ломкость костей скелета. Укреплению костей способствует также фосфор, которым богата чечевица, поэтому этот продукт совершенно необходим пожилым людям.

Чечевица — уникальный источник железа и цинка, и включение ее в постоянное меню повышает работоспособность и сопротивляемость организма различным заболеваниям. Некоторые сорта чечевицы понижают уровень сахара в крови больных диабетом. Так что ешьте чечевицу не менее двух раз в неделю. Однако будьте осторожны: в ее семенных оболочках много грубой клетчатки, и тем, кто страдает хроническим энтеритом, колитом или панкреатитом, лучше готовить чечевичное пюре — в нем семенные оболочки размягчены и механически разрушены.

Откуда родом чечевица? Родина чечевицы — горные районы Юго-Западной Азии. Там эту культуру выращивали еще девять тысяч лет назад, и оттуда она попала в Средиземноморье. Чечевицу очень любили древние египтяне и даже снабжали хлебом из чечевичной муки умерших, провожая их в мир иной. Блюда из чечевицы ценила вавилонская знать, а у древних греков чечевица была основой рациона беднейших слоев населения: похлебка из нее заменяла им хлеб, крупы и мясо. В римскую эпоху (I—V века н. э.) чечевица была важным объектом торговли между государствами. Правда, в те времена ее уже считали не только продовольственной, но и лекарственной культурой, полезной ослабленным болезнью людям. Позже в Европе готовили из чечевицы снадобье, считавшееся панацеей, — *Revs lenta arabica* — «Аравийское укрепляющее». В средневековой Европе чечевица пользовалась особой популярностью как белковый продукт, заменяющий мясо в постные дни.

На Русь чечевица попала только в X—XII веках из Литвы, но распространилась быстро, и до революции Россия была мировым лидером по производству этой культуры. Чечевица хорошо переносит недостаток влаги и в засушливые, неурожайные 1891 — 1892 годы, когда погибли все злаковые культуры, спасала от голода российских крестьян. Сейчас чечевицу выращивают в Северной Африке, Южной Европе и в других теплых странах, а лидерство в ее производстве прочно удерживает Индия.

Почему чечевицу не выращивают в России? В 60-е годы прошлого века российские селяне устремились в города, рабочих рук в деревне поубавилось.

Принято было засеивать бескрайние поля, а потом пускать по ним комбайны. Чечевице такой способ уборки абсолютно не подходит. Ее плоды созревают на стеблях недружно: одни уже переспели, а другие еще зеленые. К тому же чечевица легко полегает, бобы растут низко от земли и растрескиваются. Эффективной уборочной техникой для

этой культуры до сих пор нет, поэтому она весьма трудоемкая. Селекционеры работают над получением технологичных сортов, а пока их нет, чечевицу сеют главным образом в тех странах, где есть свободные рабочие руки.

Какая бывает чечевица? Существует пять видов чечевицы, но в культуру введен только один – чечевица обыкновенная. Его подразделяют на два подвида: крупносемянная и мелкосемянная. Крупносемянная, или тарелочная, чечевица имеет плоские зеленоватые семена диаметром 0,5–9 мм. Мелкосемянная чечевица заметно утолщена в середине, преобладает размер семян от трех до пяти миллиметров. Цвет у мелкосемянной чечевицы бывает самый разный – зеленый, серый, бурый, оранжевый, розоватый, красноватый, коричневый, черный различных оттенков, с мраморным рисунком или однотонный. Именно яркий и одинаковый цвет семян определяет ценность сорта.

Как варить чечевицу? Приятное отличие чечевицы от остальных бобовых заключается в том, что она сравнительно быстро готовится и ее не надо предварительно замачивать – только промыть и хорошенько перебрать. Затем чечевицу варят, а сколько ее варить и в какое блюдо потом употребить – зависит от сорта. Французская зеленая чечевица устойчива к развариванию, готовится она минут 30–40. Для того чтобы сварить коричневую и красную египетскую чечевицу, потребуется значительно меньше времени. Причем красная чечевица очень быстро разваривается, и из нее получается нежное пюре. Вообще, чем светлее чечевица, тем меньше в ее оболочке дубильных веществ танинов и тем меньше времени уходит на ее приготовление.

При варке семена опускают в кипящую воду, уменьшают нагрев и ждут, периодически помешивая и проверяя готовность. В среднем на стакан чечевицы берут полтора-два стакана воды. Солить ее не надо – так чечевица быстрее приготовится. Без присмотра кастрюлю оставлять нельзя, потому что чечевица при варке впитывает много воды, которую иногда приходится подливать. Для улучшения вкуса в кастрюлю добавляют розмарин, шалфей, сельдерей и лавровый лист, а также немного оливкового масла, чтобы поверхность семян была нежная и бархатистая.

С какими продуктами сочетается чечевица? Коричневая и зеленая чечевица обладает ореховым вкусом и сохраняет форму, когда ее отваривают. Такие сорта хорошо подходят к бекону и соленой свинине. Во многих индийских и средневосточных блюдах ее готовят с соленой рыбой или мясом. Но поскольку в чечевице много белков, подавать ее к мясу нерационально. Чечевица хорошо получается в карри и овощных блюдах. Красная чечевица хороша в супах и в пюре. Она обладает пряным вкусом, который хорошо сочетается со всевозможными специями, особенно с луком, чесноком и чабером, отчасти с мятой. Чечевица варится столько же, сколько и рис, поэтому из этой смеси готовят каши, обогащенные белками.

Что можно приготовить из чечевицы? Из чечевицы можно приготовить практически любое блюдо: кашу, суп, гарнир, лепешки и печенье (для выпечки нужна чечевичная мука). Чечевичную муку добавляют также в некоторые сорта колбасы, в дешевый шоколад и в хлеб. Если добавить к пшеничной муке 15–20% чечевичной, то содержание белка в хлебе возрастет на 3–4%. Необъятное не объять, и мы обратим внимание всего на два постных рецепта. Первый из них – индийский дал (так индусы называют чечевицу и блюда из нее). Надо отварить 300 г красной чечевицы, натерев туда один сантиметр корня свежего имбиря и добавив три зубчика чеснока, щепотку тмина, куркумы и кайенского перца, в 750 мл воды до образования пюре. Приправить солью, перцем и лимонным соком, добавить листья кориандра.

Второе блюдо российское – чечевица, варенная по-монастырски. Чечевицу промыть и сварить в пяти стаканах воды на медленном огне, время от времени доливая горячую воду (три стакана). Когда чечевица сварится, добавить крупно нарезанный чеснок и соль, после чего выдержать на огне еще 10 минут. Посыпать мелко нарезанной зеленью и подать к столу (в горячем или холодном виде). Отдельно можно подать чеснок, растертый с солью и уксусом.

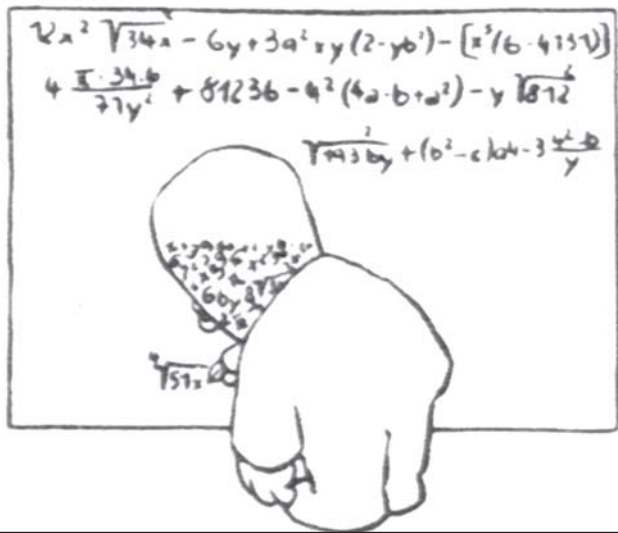
Наталья Ручкина



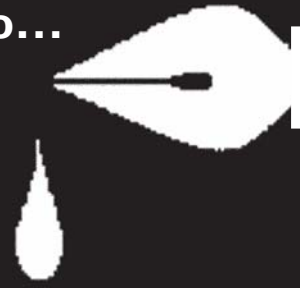
Художник Е. Станикова

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ





Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Умное дитя умной матери

Когда-то Т.Д.Лысенко, веря, что благоприобретенные признаки наследуются, поил коров жирным молоком и надеялся, что у их телочек молоко тоже будет жирным. Успеха он не достиг. А вот ученым из Университета Тафтса в Массачусетсе удалось совершить нечто подобное, о чем они и рассказали в журнале «The Journal of Neuroscience» от 4 февраля 2009 года. Эксперименты проходили на мышях с дефектной памятью. Дефекты были наследственные, вызванные мутациями.

Хотя память у мышей оставляла желать лучшего, с помощью упражнений, которые продолжались в течение двух недель, ее удавалось так натренировать, что особого различия между дефективной и нормальной мышью не наблюдалось. Суть экспериментов состояла в том, что мышам не давали скучать, каждый день им подкидывали в клетку новые интересные объекты, знакомили с другими мышами и вообще развлекали как могли. К удивлению ученых, приобретенная в результате этой процедуры хорошая память закрепилась настолько, что и потомство экспериментальных мышей провалами в памяти не страдало, хоть и несло в себе ту же самую мутацию.

«Что в этом удивительного? — скажет просвещенный читатель. — Опыты, в которых воздействие на беременную мышь сказывалось на ее потомстве, известны». И будет не прав, потому что американские ученые обучали своих мышей задолго до самой возможности наступления беременности, а именно за месяцы до наступления половой зрелости. И дело не в том, что обретшие память мыши лучше заботились о своем потомстве: даже если мышат воспитывала приемная мутантная мать без развитых способностей, они пребывали в крепкой памяти.

«Мы считаем, что причина подобного явления состоит в так называемой эпигенетической наследственности: биохимические факторы изменяют структуру хромосом», — говорит руководитель работы доктор Ларри Фейг. Ранее ученым из его группы удалось установить, что пребывание как мутантных, так и нормальных мышей в окружении с большим числом деталей усиливает в нервных клетках процесс, ответственный за обучение и память. Видимо, этот механизм столь универсален, что оказывает влияние на потомство.

Если данные доктора Фейга и его коллег подтвердятся, то не исключено, что человечество получит в свои руки очень интересный механизм воздействия на способности еще не родившихся существ. Может, не зря античные авторы советовали будущим матерям любоваться произведениями искусства и слушать стихи?

С.Мотыляев

...вычислительная система Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН признана самой мощной в России, а во всем мире занимает 35-е место («В мире науки», 2009, □ 1, с.11, strf.ru)...

...в результате модернизации системы ГЛОНАСС ее технические и потребительские качества не позднее 2011 года достигнут уровня системы GPS («Вестник РАН», 2009, т.79, □ 1, с.10—17)...

...космическое дистанционное зондирование может повысить эффективность геолого-разведочных работ на нефть и газ, особенно в труднодоступных регионах («Разведка и охрана недр», 2009, □ 1, с.29—31)...

...предложен преобразователь солнечной энергии в механическую на основе магнитно-теплого двигателя, авторы ищут партнеров для проектных испытаний («Доклады Академии наук», 2009, т.424, □ 3, с.329—331)...

...наночастицы полиэтилентерефталата, модифицированные серебром, обладают ярко выраженным бактерицидным действием («Российские нанотехнологии», 2008, т.3, □ 11—12, с.171—176)...

...американское Агентство по контролю лекарств и пищевых продуктов санкционировало первую фазу клинических испытаний, которые проверят безопасность лечения повреждений спинного мозга с помощью стволовых клеток («Nature», 2009, т.457, □ 7229, с.516)...

...на Кубе появится первая плантация GM-кукурузы, устойчивой к вредителям; предполагается, что внедрение трансгенных сортов поможет преодолеть зависимость страны от импорта пищевой продукции («Nature Biotechnology», 2009, □ 2, с.110)...

...длительное непрерывное световое воздействие на крыс в период, предшествующий беременности, приводит к отклонениям в развитии у потомства, в том числе и к изменениям морфологии мозга («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2009, т.147, □ 1, с.4—11)...

...введение гена зеленого флуоресцирующего белка в стволовые клетки мыши, возможно, становится причиной хромосомной нестабильности («Цитология», 2008, т.50, □ 12, с.1030—1035)...

...исследование распространенных генетических вариаций «гормона ожирения» грелина и его рецептора во французской популяции не выявило вариантов, коррелирующих с избыточным весом («Annals of human genetics», 2009, т.73, □ 1, с.1—9)...

...в различных областях тела человека могут действовать или только кондуктивный теплоперенос — за счет градиента температуры, или же только конвективный — за счет циркуляции крови («Известия РАН. Серия биологическая», 2009, □ 1, с.64—69)...

...во Всероссийской коллекции клеточных культур сегодня хранится более 2700 клеточных линий, 540 из которых уникальны («Наука в России», 2009, □ 1, с.18—24)...

...возможно, голые землекопы живут на 30 лет дольше, чем близкие к ним по размеру грызуны, за счет того, что в их организме вырабатываются особые молекулы, которые помечают белки, поврежденные окислением и подлежащие утилизации («New Scientist», 2009, □ 2696, с.15)...

...в настоящее время величина мировой антропогенной эмиссии метана составляет около 350 млрд. т/год, из которых 20% приходится на выбросы от сельского хозяйства, в первую очередь от животноводства («Сельскохозяйственная биология», 2008, □ 6, с. 59—65)...

...корпус текстов и произведений изобразительного искусства, которые сегодня считаются классическими, сформировался в Японии начала XX века в противовес чувству «культурной неполноценности» по сравнению с Западом («Вопросы философии», 2009, □ 1, с.65—70)...

...оборот контрафактной продукции, незаконный оборот наркотиков и незаконная торговля оружием имеют общие корни («Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права», 2009, □ 2, с.42—49)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Наездник-нанотехнолог

Наездники-бракониды откладывают яйца в гусениц, где и развиваются личинки. Уже лет сорок известно, что вместе с яйцами наездники вводят в личинку бабочки вирус, который блокирует ее иммунную систему. Он получил название «поли-ДНК-вирус» (или «полидनावирус»). Самое странное, что в его молекулах ДНК, свернутых в многочисленные кольца, нет ни одного вирусного гена, даже необходимого для образования его структурных белков, зато есть гены белков наездника, которые подавляют иммунную систему гусеницы. Позже гены вирусных белков обнаружили в клетках яичника насекомого. Многие исследователи, узнав об этом, начали говорить не о вирусах, а о неких «генетических выделениях» насекомого. Некоторые учебники по вирусологии даже не упоминают о поли-ДНК-вирусах. И вот генетики из Франции и Швейцарии нашли прародителей поли-ДНК-вирусов («Science», 2009, т. 323, □ 5916) — это нудивирусы, представители древнего семейства, которые поражают членистоногих.

Статья о наездниках и вирусах породила в том же номере журнала дискуссию, в которой приняли участие канадец Дональд Штольц из галифакского университета Дальхузе и американец Джеймс Уитфилд из Иллинойского университета. «Действительно, оса и вирус настолько слились друг с другом, что их трудно считать отдельными существами, — говорит Уитфилд. — Если мы не хотим называть их вирусами, то надо определить, почему, собственно? Возможно, нам нужно менять определение вируса».

В самом деле, если поли-ДНК-вирус — не вирус, то наездник — первый нанотехнолог на планете. Ведь что есть вирусоподобная частица, созданная по инструкции высшего организма, безошибочно нейтрализующая чужую иммунную систему и исчезающая по выполнению своей функции? Рабочий медицинский наноробот, точно такой как его описывает Эрик Дрекслер. Поскольку людям подобное искусство снится лишь в сладких снах, пусть это будет вирус. Не так обидно.

С.Анофелес



Нитка прочнее каната

Что общего между пластиковой бутылкой из-под газировки, хирургической нитью, которой зашивают раны, пакетом с замороженными креветками и элегантным женским костюмом, похожим на шерстяной? Оказывается, и бутылка, и шовная нить, и пакет для глубокой заморозки продуктов, и костюмная ткань, и еще многое-многое другое сделаны из одного и того же органического вещества — полиэтилентерефталата (сокращенно ПЭТ), получаемого из продуктов переработки нефти (ксилола или толуола).

ПЭТ — это синтетический термопластичный полимер, относящийся к классу полиэфиров. Впервые он был получен в начале 40-х годов XX века в Англии в виде волокна, подходящего для изготовления тканей. Назвали его терилон. А уже в 1949 году в Советском Союзе, во ВНИИ искусственных волокон был синтезирован точно такой же полиэфир. Ученые дали ему красивое имя лавсан — сокращение от «лаборатория высокомолекулярных соединений Академии наук». Теперь лавсан — знаменитая отечественная торговая марка. Именно под этим названием ПЭТ вошел в нашу жизнь.

Если вы спросите у своих знакомых, что такое лавсан, скорее всего, они вспомнят только о ткани, которая (вместе с капроном и нейлоном) совершила переворот в мировой текстильной промышленности XX века. Лавсановую нить получают, продавливая жидкий вязкий полимер через маленькие отверстия — фильеры (от французского fil — волокно, нить). Струйки полимера быстро твердеют и превращаются в тонкие блестящие нити, из которых вырабатывают лавсановое волокно, похожее на шерсть.

Где только не применяется лавсановая нить! В бижутерии — это прочная нитка-основа для бус, коле и браслетов. В автомобильных шинах — кордная нить (от французского corde — веревка), повышающая их прочность. В медицине — это хирургическая нить, гибкая, эластичная, прочная, биологически инертная и надежно держащая узел. В технике — всевозможные приводные ремни, тросы и канаты, обмотка электропроводов, магнитные ленты. В быту — швейные нитки, галантерейная тесьма, струны теннисных ракеток, фото- и киноплёнка, разнообразные щетки, застежки «молния»...

Лавсановая ткань не мнется и не садится, не боится влаги, не выгорает и не выцветает, отлично сохраняет форму. Наши мамы помнят плиссированные юбки, вошедшие в моду с появлением лавсана. Складки на них сохранялись даже после стирки и химчистки. Впрочем, у лавсановых тканей есть и недостатки — электризуемость и склонность к пиллингу, то есть образованию на поверхности шариков из скрученных волоконца.

Пока лавсановое волокно триумфально шествовало по миру (его производство освоили многие страны, и в каждой оно получило свое название: в США — дакрон, в Германии — тревира, во Франции — тергал, в Японии — теторон или полиэстер), ученые нашли полиэтилентерефталату новое применение. С конца 70-х годов XX века ПЭТ начали использовать при изготовлении упаковки. И уже к 90-м годам он буквально вытеснил все другие материалы с рынка упаковочной индустрии. ПЭТ-тара годится для минеральной и газированной воды, соков и пива, соусов и растительного масла, парфюмерии и продукции бытовой химии. Главные достоинства ПЭТ — прочность и малый вес. Если обычная поллитровая стеклянная бутылка весит около 350 граммов, то ПЭТ-бутылка — в десять раз меньше.

Но упаковка — это не просто красивый флакон или нарядный пакет. Главное — надежно сохранить продукт. Например, некоторые напитки пакуют методом горячего разлива (это называется «термонаполнение»), что позволяет обойтись без консервантов. В этом случае нет равных ПЭТ — он спокойно выдерживает нагревание до 85°C. А если надо заморозить продукт для длительного хранения? Пожа-

Н.Д.ПОПОВУ, Иркутск: *«Оптические шепчущие галереи» из Калтеха, о которых вы спрашиваете, — собственно, вообще не галереи, а особого рода микрочастицы, перспективные для создания новых оптоэлектронных устройств; резонаторами на моде «шепчущей галереи» занимаются и в России.*

Ю.Г.АВРУТИНУ, Южно-Сахалинск: *Электрохимический эквивалент — это количество вещества, претерпевшего химическое превращение на электроде при пропускании единицы количества электричества при 100%-ной эффективности процесса.*

А.В.БЕЛЯЕВОЙ, Москва: *«Масляные краски на водной основе» действительно существуют, и это не то же самое, что акриловые; производители утверждают, что молекулы масла, входящего в состав краски, способны взаимодействовать как с маслами, так и с водой, то есть, очевидно, имеют полярные группы; правильнее называть их «водорастворимые масляные краски».*

Е.Н.ПУЩИНУ, вопрос из Интернета: *Амбра — и ароматическое вещество, и фиксатор запаха в парфюмерии; за ее аромат отвечают летучие компоненты, а за способность фиксировать запахи — политерпеновые соединения.*

М.М.ГУБИНСКОМУ, Санкт-Петербург: *Слово «вермут» происходит от староанглийского названия одного из важных его ингредиентов, полыни горькой — wortwode или werode, которое в современном английском превратилось в wortwood, по ассоциации с ее инсектицидными и глистогонными свойствами.*

С.В.АРТЕМЕНКО, Омск: *Мы не рискуем рекомендовать нашим читателям «химические» способы повышения срока хранения яблок в домашних условиях, но век назад, как пишут в книгах по домоводству, яблоки лежали до весны в ящиках с чистым сухим песком.*

ИГОРЮ, вопрос из Интернета: *Проверенное средство для удаления с ковролина пятна от мочи — специальные препараты с ферментами, расщепляющими белки; такие препараты продаются в зоомагазинах; однако нам удалось найти и домашний рецепт — протереть пятно тряпочкой, смоченной в теплой воде с уксусом, просушить и засыпать пищевой содой.*



луйста! Так называемые вакуумные пакеты сегодня производят на основе лавсана, который надежно изолирует продукты. Мясные и рыбные нарезки, разнообразные закуски, мороженое мясо, рыба и креветки прекрасно хранятся при температуре ниже -15°C более полугода.

«Все это замечательно, — скажете вы, — но что делать с использованными пакетами и бутылками? Города уже задыхаются от бытового мусора!» И вы совершенно правы. Небольшой город с насе-

лением 100 тысяч человек (например, подмосковный Серпухов) выбрасывает за месяц около 20 тонн одних только пластиковых бутылок. Закапывание их в землю или сжигание наносит непоправимый ущерб природе.

Однако выход найден — оказалось, что вся продукция из ПЭТ пригодна для вторичной переработки, причем вновь полученный ПЭТ практически ничем не уступает первичному. Во многих странах мира уже действуют линии переработки ПЭТ.

А что у нас? Если верить статистике, на отечественном рынке 95% ПЭТ используется в виде упаковочной тары, тогда как в развитых странах мира — не более 40%, а остальной ПЭТ идет на волокно и нити. Значит, нам особенно нужны мусороперерабатывающие заводы, и в первую очередь линии переработки ПЭТ-тары. Чтобы пластиковые бутылки не валялись на свалках, а давали жизнь новой продукции.

М. Демина



ufi
Approved
Event



ТПП РФ



www.chemistry-expo.ru

**15-я международная выставка
химической промышленности и науки**

Х И М И Я

28 сентября – 2 октября **2009**

**ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
Россия, Москва**

Организатор:

ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР»

При содействии:

ЗАО «Росхимнефть»

Официальная поддержка:

- Российский Союз химиков
- Правительство Москвы

ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР»

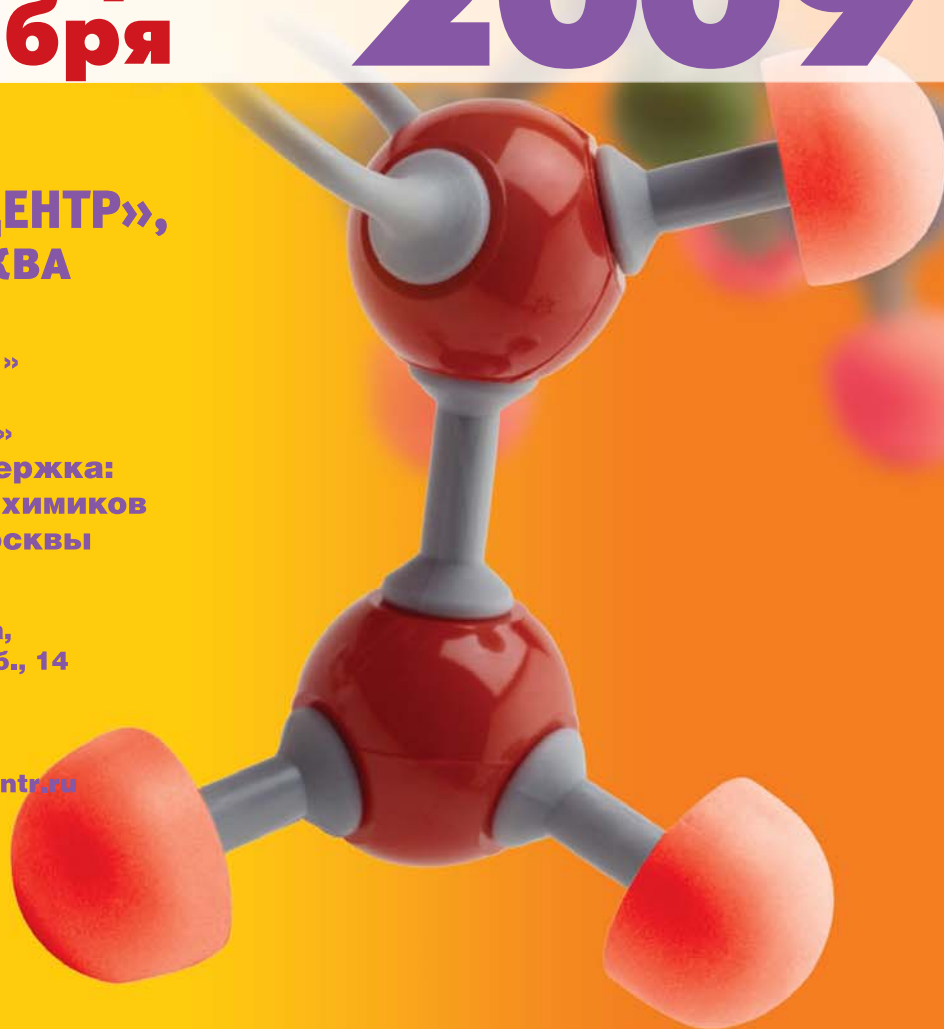
**123100, Россия, Москва,
Краснопресненская наб., 14**

**Тел.: (499) 795-37-94,
(499) 795-37-38**

Факс: (495) 609-41-68

E-mail: chemica@expocentr.ru

www.expocentr.ru



Организатор:



ЭКСПОЦЕНТР

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

