



Ж

2006
ЧНЗМЖ И РИМНИХ







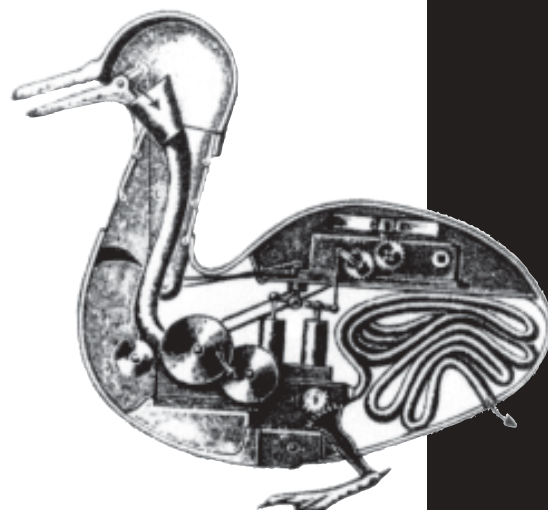
*Не будь суеверен:
это приносит
несчастье.*

Тристан Бернар.



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье С.Амстиславского «Дети иного вида»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Жерара Доу «Визит врача». Мир полон опасностей,
и с человеком может произойти всякое. С чем-то мы
справляемся сами, но иногда без помощи окружающих
нам не обойтись. Вот только головная боль почти
не поддается лечению. Об этом читайте в статье
В.Благутиной «Гвоздь в башке»*





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,
В.С.Артамонова,
Л.А.Ашкинази,
В.В.Благутина,
Ю.И.Зварич,
С.М.Комаров,
О.В.Рындина

Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

Агентство ИнформНаука

О.О.Максименко,
Н.В.Маркина,
О.Б.Баклицкая-Каменева
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 29.08.2006

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(495) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

На журнал можно подписаться

на сайтах:

<http://www.hij.ru>

<http://esmi.subscribe.ru>

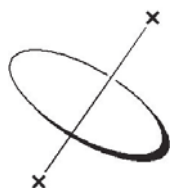
<http://www.new-press.ru>

© АНО Центр «НаукаПресс»



8

Они принадлежат к разным
биологическим видам, но мама у них
одна.



24

Современная химия
знает, как нанизать
молекулы-бусы
на молекулу-нить.

40

Может быть, история о ребре
Адама — на самом деле метафора
одной биохимической реакции...

Химия и жизнь



ИНФОРМНАУКА

ПРЕДЧУВСТВИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ	4
ИНТЕРНЕТ НА КОНЧИКЕ ЯЗЫКА	4
КАЖДОМУ ОТХОДУ – ПО ПАРЕ	5
МОБИЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРОВИ	5

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Д.Кеннеди БОЖЬЯ КАРА ИЛИ СТИХИЙНОЕ БЕДСТВИЕ?	6
--	---

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

С.Я.Амстиславский ДЕТЕНЬШИ ИНОГО ВИДА	8
---	---

РАССЛЕДОВАНИЕ

И.И.Гольдфаин ТЕЛЕГОНИЯ МНИМАЯ И РЕАЛЬНАЯ	14
---	----

КАРТИНА МИРА: ФИЗИКА

И.А.Сокальский ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЛИЦА И ИСПОЛНИТЕЛИ: ИСТОРИЯ БАРИОНОВ	18
---	----

АРХИВ

Дж.Бруно КТО ДОГОНЯЕТ МЕНЯ, КУСАЕТ МЕНЯ	23
---	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

А.Ю.Масанов ХИМИЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ПОЛИМЕРОВ	24
--	----

ЗДОРОВЬЕ

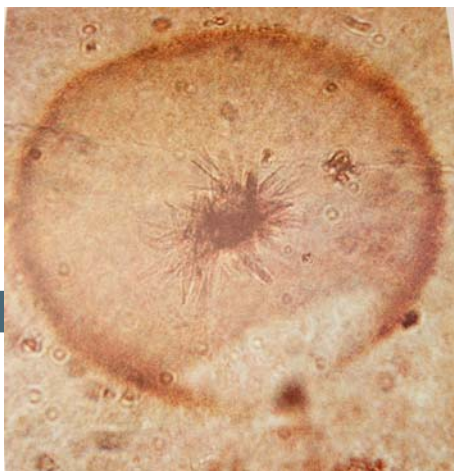
В.В.Благутина ГВОЗДЬ В БАШКЕ	31
--	----

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

А.С.Садовский УДАРИМ БЕЛОКОПЫТНИКОМ ПО АЛЛЕРГИИ И МИГРЕНИ	34
---	----

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

К.А.Ефетов РЕБРО АДАМА	40
--	----



56

Это шунгиты, возможно, самые таинственные полезные ископаемые Земли.



61

Что проще — писать статьи про науку или самому ставить опыты?

РАССЛЕДОВАНИЕ

А.А.Травин
ЦАРЬ БОРИС: ИСТОРИЯ И ПАТОЛОГИЯ 44

КНИГИ

Е.В.Раменский
КОРОЛЕВА ЦИТОГЕНЕТИКИ 50

ПАМЯТЬ

ОН ИЗ «ХИМИИ И ЖИЗНИ» 53

ИНФОРМНАУКА

ШАГНУТЬ НА МАРС, НЕ ПОКИДАЯ ЗЕМЛЮ 54
КИСЛОРОДА ХВАТИТ 54
НЕЗАМЕНИМАЯ ГРУДЬ 55

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

Л.Я.Кизильштейн
ШУНГИТЫ — САМЫЕ ДРЕВНИЕ СКОПЛЕНИЯ ОРГАНИКИ 56

ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

Е.Клещенко
EICOS-2006: БОЛЬШАЯ ЭКСКУРСИЯ В НАУКУ 61

ФАНТАСТИКА

С.Днепров
ГЛАЗА ВАСИЛИСКА 66

КСТАТИ О ПТИЧКАХ

О.Волошина
ЖУРАВЛЬ В НЕБЕ 72

ИНФОРМАЦИЯ 39

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 16

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 28

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72



В номере

4

ИНФОРМНАУКА

О том, как предсказывать землетрясения, о компьютерной клавиатуре для людей, которые не могут пользоваться руками, о генеральной репетиции полета на Марс и о том, где на самом деле причалил Ноев ковчег во время всемирного потопа.

18

КАРТИНА МИРА: ФИЗИКА

Мы с вами — звездные люди. Все до одного. Вне зависимости от возраста, национальности, религиозных и политических убеждений. Наши тела сделаны из вещества, некогда образовавшегося в недрах звезд, потому что больше это вещество нигде было сделать.

30

ЗДОРОВЬЕ

Мигренью во всем мире страдают 580 миллионов человек, причем женщин в три раза больше, чем мужчин. Но истинных масштабов заболевания не знает никто: ведь не каждый, у кого болит голова, обращается к врачу. И до сих пор не вполне ясно, что такое мигрень и как с ней бороться.

44

РАССЛЕДОВАНИЕ

«Оригинальная личность, воплощение ума и энергии, о котором все современники единодушно отзывались как о человеке исключительно даровитом... Во всей стране не было равного ему по уму и мудрости». Речь идет о Борисе Годунове. Чем же он «провинился» перед потомками, откуда взялась его репутация злодея-детоубийцы?



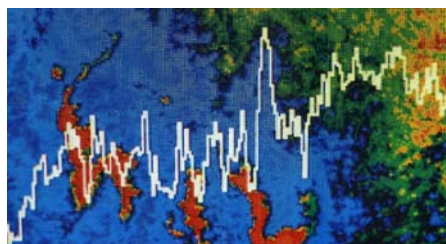
ГЕОФИЗИКА

Предчувствие землетрясений

Более двух десятков лет назад сотрудник Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН И.Г.Киссин обнаружил «чувствительные зоны» земной коры — области с ярко выраженными эффектами-предвестниками землетрясений, а также постсейсмическими эффектами. Наблюдение за этими чувствительными зонами позволит предсказывать землетрясения.

Ученый исследовал главным образом гидрогеодинамические предвестники землетрясений — изменение уровня подземных вод. Если в большинстве регионов эти изменения перед сильными землетрясениями с магнитудами от 4,5 до 7,8 не превосходят тридцати сантиметров, то в чувствительных зонах они превышают семь метров.

В настоящее время известно несколько чувствительных зон. Это Прикопетагская зона в Туркмении, Ферганская зона в Узбекистане, зоны в центральной и южной частях Армении и в Северо-Восточном Китае. Здесь перед землетрясением, помимо резкого падения или подъема уровня подземных вод, изменяются и другие показатели: наклон земной поверхности, неприливные вариации силы тяжести, разность геомагнитных полей, выделение гелия. Чувствительная зона может быть расположена достаточно далеко от эпицентра землетрясения. Например, в Ферганской зоне уровень подземных вод перед Джиргатальским землетрясением 1984 года подскочил на 16 метров, хотя эпицентр находился в 180 км от места наблюдения. А на Гармском полигоне, расположенном гораздо ближе к эпицентру, под-



земные воды поднялись всего на 3 см.

Все чувствительные зоны расположены на границе более или менее крупных блоков земной коры, которые движутся в разных направлениях. Зоны находятся на самых динамичных участках, поэтому они особенно чувствительны к небольшим деформациям, которые обычно предшествуют землетрясению. Например, в зоне Главного Копетдагского разлома ученые регистрировали сильные, около одного метра, колебания уровня подземных вод перед довольно слабыми землетрясениями с магнитудами, не превышающими 3–4, которые к тому же происходили за 200–450 км от наблюдательных скважин.

По словам специалистов, не было ни одного случая, когда вслед за наблюдением гидрогеодинамических эффектов в чувствительных зонах не произошло бы землетрясения в их окрестностях. Самые сильные эффекты можно наблюдать как за несколько дней, так и за несколько месяцев до землетрясения, которое может случиться в радиусе 70–560 км. И, по мнению исследователя, они могут стать надежным основанием для краткосрочных и среднесрочных прогнозов.

ТЕХНОЛОГИИ

Интернет на кончике языка

Устройство, которое разработали московские ученые из компании «Гравитонус», дает возможность пользоваться компьютером практически полностью обездвиженным людям. Управлять этим своеобразным гибридом клавиатуры и мыши пользователь будет с помощью языка и зубов (alex@kosik.ru).

Этот проект под названием «Возвращение к активной жизни» получил первое место на конкурсе «Бизнес информационных технологий», прошедшем в июне этого года в Москве. Для тех, чьи руки не подчиняются приказам мозга, это пока единственная возможность поиграть на компьютере, полазить по Интернету, пообщаться в чате и, наконец, поработать. Устройство, которое сконст-

руировали, запатентовали и научились делать практикующий хирург-ортопед А.Л.Косик и его коллеги, размещено во рту и позволяет управлять компьютером с помощью языка и зубов.

«Разумеется, попытки сделать подобные устройства — подобные по назначению, но не по исполнению — предпринимали и до нас, — говорит Алексей Леонидович, — но инженеры, сталкиваясь с техническими проблемами, отступали. Никому не удавалось разработать универсальное устройство, а не индивидуальное, подобное вставной челюсти или брекетам. А мы смогли, правда, на это у нас ушло почти пять лет».

Если оставить в стороне технические и патентуемые детали, устройство представляет собой клавиатуру из 19 клавиш, совмещенную с джойстиком, которые располагаются на верхнем небе и соединяются с компьютером. При этом компьютеру не нужны дополнительные драйверы — он сам распознает новое устройство и тут же разрешает им пользоваться.

Устройство фиксируют во рту универсальные механические держатели на верхних зубах и пластина из особого материала с «памятью формы». Достаточно приложить ее к поверхности неба, сильно надавить, и она примет неповторимую форму рта. Так что делать слепок нет нужды — просто покупаешь и используешь. Напряжение в устройстве всего 0,2 вольта, так что, даже если случайно перекусить проводок, вреда не будет.

Управлять джойстиком и нажимать на клавиши следует языком. Конечно, сначала этому придется поучиться, но в конце концов у всех получается. Клавиатуру у себя во рту человек не видит, так что расположение клавишей и их назначение придется запоминать — но у обездвиженного пользователя и времени, к сожалению, хватает, и с мотивацией проблем нет.

Назначение клавиш пользователь выбирает сам, делая так, как ему удобно. Русский алфавит пока в клавиатуру «не влезает», но английский помещается. Кроме того, можно использовать две клавиши для придания третьей функции — все как в обычном Windows. Есть две «жесткие» клавиши — ими управляют, надавливая на них зубами. Это правая и левая клавиша



мыши. Так что ограничений практически нет. Можно даже играть в любые игры, в том числе самые сложные, вроде симуляторов полета.

У устройства есть и дополнительная возможность. Если совместить его с системой «умный дом», то с помощью тех же клавиш можно будет включить кондиционер, свет и отопление, открыть и закрыть дверь и так далее. Тут, разумеется, уже понадобятся соответствующие драйверы, но это не проблема.

Проблема в другом. Пока этих устройств всего несколько штук — массового производства еще нет. Однако на конкурсе авторы как раз и получили первое место за бизнес-план такого производства, так что дело это вполне реальное и даже выгодное. Остается надеяться, что путь этот будет пройден и не займет много времени.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Каждому отходу — по паре

Нейтрализовать одни отходы другими предложили специалисты из Пермского государственного технического университета, обследовав закрытые в 1990-е годы шахты Кизеловского угольного бассейна.

Брошенные шахты продолжают жить своей жизнью — а именно копить воду и насыщать ее кислотой, ведь в углях обычно есть примесь пирита, а микробы под водой делают из его остатков серную кислоту и растворы солей. Иногда эти воды прорываются наружу, отравляя реки. 50 ПДК по железу и алюминию, очень токсичному в кислой среде, — уже не редкость даже в крупных реках района, поскольку каждый год в них оказывается около четырех миллионов тонн воды из старых шахт. В семидесяти километрах от угольных разработок портит землю

другой побочный продукт — миллионы тонн кальцитовой пасты, оставшейся от производства соды, с примесью этого сильнейшего яда для почв. Между тем если смешать шлам и шахтные воды, то образуются вода и безвредный осадок.

Ученые рассчитали дозировки и построили установку — прообраз очистного сооружения. Она состояла из емкости для суспензии шлама, насоса-дозатора, смесителя и пруда-отстойника. После химической реакции в пруду оставались вода с остаточным загрязнением ниже ПДК и инертный осадок. Каждый кубометр такой воды оценили примерно в 64 копейки.

Что делать с осадком? В результате недавних экспериментов выяснилось, что в этой железисто-кальциевой субстанции хорошо растут полевые травы — в самый раз для того, чтобы засыпать безжизненные каменистые пространства на отвалах породы.

Оригинальная технология уже защищена патентом РФ. Если не удастся работать без отходов, может, стоит просто поискать им пару?

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Мобильный анализ крови

Первые и пока единственные в мире переносные иммуноферментные анализаторы разработали ученые из ООО «Системы анализа», входящего в технопарк Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета. Теперь анализы крови на СПИД, гепатит, туберкулез, гормоны и еще множество заболеваний можно сделать где угодно, хоть в глухой деревне, хоть в пустыне. Если там, разумеется, будет специалист с этим замечательным ИФА-анализатором (desmo@sysan.sp.ru).

По сути, такой прибор не отличается от своих собратьев, давно и успешно применяемых в лабораториях, но весьма массивных. Идея та же: образцы крови после некоторой подготовки расщепляются по лункам, где и происходит исключительно селективная реакция «антиген-антитело», работающая по всем известному принципу «ключ-замок».

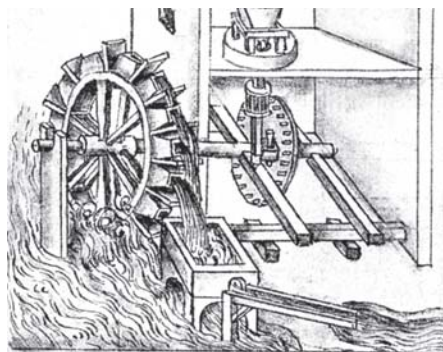
Допустим, на поверхность лунки нанесены антитела, которые распознают и выхватывают из плазмы крови паци-

ента соответствующие антигены (белки вируса или микроба). Добавленные затем еще раз антитела, но уже меченные, располагаются сверху. По методу выражению руководителя работы кандидата технических наук Н.Сафьянникова, верхний слой — это ключ с ярким брелоком. В результате число меток точно соответствует концентрации искомого антигена в анализируемом образце крови.

Таким образом, с помощью необходимых реактивов, специальных планшетов и анализатора можно быстро установить, есть ли в крови пациента те или иные вещества, а если есть, какова их концентрация. До сих пор провести такой анализ можно только в крупных городах, да и там «кровь везут к анализатору». Это не всегда легко — образцы-то скоропортящиеся, их нужно замораживать, а это не всегда возможно. Теперь же появилась возможность принципиально изменить положение вещей — везти анализатор к пациенту. Благо он компактный и легкий.

При своей миниатюрности работает прибор не хуже, а по некоторым показателям и лучше обычных. Он очень чувствителен и селективен, анализирует 96 образцов всего за полминуты, а записанную информацию хранит (при выключенном питании) в течение 100 часов. Это на тот случай, если сразу разбираться с результатами будет некогда. Такое вполне возможно, ведь прибор предназначен в том числе и для использования в чрезвычайных ситуациях, когда нужно быстро провести массовые анализы, скажем, в очагах эпидемий или зонах стихийных бедствий. Так что неудивительно, что к прибору проявили интерес МЧС, Министерство обороны и ВОЗ — с таким анализатором обследовать население труднодоступных районов Африки или Индии было бы гораздо проще. Впрочем, и в обычных выездных диагностических лабораториях цены бы этому прибору не было.

Хотя цена у него будет вполне определенной, а главное — при массовом изготовлении сравнительно невысокая. Во всяком случае, в несколько раз ниже, чем у традиционных ИФА-анализаторов, как правило, импортных. А массовое производство, по мнению авторов, вполне возможно — делать анализатор будет легко.





Художник Н. Крашин

Божья кара или стихийное бедствие?

Главный редактор журнала «Science»
Дональд Кеннеди

В современном мире разнообразные связи между Природой, Богом и Законом продолжают усложняться, становятся все более странными и запутанными. Стоит еще раз задуматься о том, как развитие науки изменило взаимоотношения между этими категориями.

Одним из научных предшественников Чарльза Дарвина был геолог сэр Чарльз Лайель, предложивший революционную теорию понимания природы. До него геологические процессы считали не следствием природных закономерностей, а наказанием, наложенным Богом на эту местность из-за неподобающего поведения ее обитателей. Стоит упомянуть, что в XVIII и в начале XIX века английские аристократки, путешествующие по Европе, даже закрывали шторами окна, обращенные к Альпам.

Теории Лайеля, Дарвина и других ученых кардинально изменили «катастрофическое» видение мира на другое, согласно которому мир менялся в соответствии с собственными законами. В новой доктрине геологические ландшафты формировались за миллионы лет в результате природных процессов: горообразования, накопления осадочных пород, водной и воздушной эрозий, наводнений, землетрясений и т. п. Эту доктрину сегодня преподают даже школьникам, и ее признают все (за исключением, возможно, лишь тех, кто верит, что Земле только 6000 лет).

Однако в английском законодательстве стихийные бедствия по-прежнему иногда называют Деяниями Господа (Acts of God). Без этого определения в юридической практике обойтись невозможно, поскольку оно фиксирует тот факт, что землетрясения, наводнения и штормы происходят случайно и, следовательно, никто не несет персональную ответственность за причиненный ущерб. Все это также имеет особый смысл для страховых компаний, которые включают в страховые полисы особый пункт о стихийных бедствиях, или Деяниях Господа (Acts of God), за последствия которых страховые суммы обычно не выплачиваются. Разумеется, судьи и адвокаты прекрасно понимают бессмысленность этого определения, поскольку в свете новой эволюционной теории стихийные бедствия надо называть Деяниями Природы или просто природными катастрофами.

Однако в последние годы из-за увеличения числа стихийных бедствий и их размаха все чаще возникают серьезные возражения против этой простой и удобной схемы, снимающей с людей ответственность за происхождение природных катаклизмов. Прежде всего начались сложности с исключениями страховых выплат по ущербу от стихийных бедствий. Например, ураган Катрин нанес огромный ущерб Нью-Орлеану, разрушив и затопив множество домов. При этом владельцы снесенных ветром зданий получили страховые премии, в то время как жертвы наводнения не получи-

ли никакой компенсации (многие страховые полисы трактуют наводнение как неоплачиваемое стихийное бедствие). Естественно, эти люди почувствовали себя несправедливо обделенными, что вызвало множество судебных разбирательств.

Современная наука позволяет более точно определить причины событий и хотя бы частично прояснить ситуацию. В прошлом году были опубликованы статьи Кэрри Эмануэля (журнал «Nature») и Питера Уэбстера (журнал «Science»), которые убедительно доказывают, что за последние 30 лет средняя энергия ураганов постоянно возрастает из-за глобального потепления и повышения общей температуры воды в океане. С термодинамическим механизмом этого явления можно ознакомиться на сайте Массачусетского технологического института (<http://wind.mit.edu/~emanuel/holem/holem.html>). Вихрь воздушных масс вокруг области пониженного давления (так называемый «глаз урагана») движется по кругу над теплой поверхностью океана, постепенно набирая энергию. Дви-

жущая сила процесса — испарение с поверхности молекул воды, после конденсации которых выделяется энергия. Она-то и составляет примерно треть энергии урагана.

Известно, что причина глобального потепления — повышенный выброс диоксида углерода и других газов, в чем виноваты в первую очередь именно США. Более того, ураган Катрин обрушился всей своей мощью на болотистые участки побережья, ставшие весьма уязвимыми из-за неправильной эксплуатации. В довершение всего дамбы давно не ремонтировали, поэтому они не смогли защитить от урагана. Получается, что катастрофа в Нью-Орлеане не только не может считаться Деянием Господа, но даже не удовлетворяет определению стихийного бедствия. Существующая терминология — лишь своеобразная форма ухода от ответственности.

«Science», 2006, т. 311



КОММЕНТАРИЙ

Бог, Природа и Случайность

*Случайно на ноже карманном
Найди пылинку дальних стран —
И мир опять предстанет странным,
Закутанным в цветной туман!*

А.Блок

На первый взгляд передовица «Science» — просто остроумно обыгрывает известный юридический термин «Acts of God». В Англии так называют стихийные бедствия, за которые не выплачиваются страховые премии. Но за этим скрывается переключка смыслов, приводящая к серьезной (а возможно, даже главной) философской проблеме. Действительно, вопрос о случайности или закономерности различных процессов всегда был и остается важнейшим для науки и философии, а попытки его решения стали основной движущей силой развития общества и естествознания.

Знаменитый физик Илья Пригожин в поисках исторических корней проблемы взаимоотношения порядка и хаоса ссылается даже на Тита Лукреция Кара (I век до н. э.). Дело в том, что практические древние римляне уже противопоставляли мифологическое прошлое (которое управлялось божественными *feodora fati* — законами рока) окружающему их реальному миру (по Лукрецию, он стал управляться *feodora naturae* — законами природы). Они фактически провели четкую границу между древним Фатумом (абсолютная неизбежность, капризы богов и чудесные преобразования) и реальной жизнью, протекающей в соответствии со строго определенными законами природы и общества.

Введенный Ч.Лайелем униформизм (восходящий к четко сформулирован-

ным идеям Леонардо да Винчи) означал такую же перемену в мировоззрении: господствовавшая до этого теория катастрофических и случайных изменений менялась на теорию естественных, эволюционных процессов изменения природы. Чуть позднее то же самое произошло за очень короткое время практически во всех научных дисциплинах. Даже газокинетическая теория Л.Больцмана возникла из-за того, что он страстно хотел найти аналог дарвиновской эволюции в физическом мире. К концу XIX века в науке окончательно утвердилась парадигма «естественности» любых событий.

Однако следующий, XX век оказался весьма драматичным. В XX веке почти все области науки неожиданно пришли к парадигме случайности — квантовые скачки, радиоактивные распады, мутации в биологии, бифуркации и множество других принципиально случайных процессов ворвались в нашу жизнь.

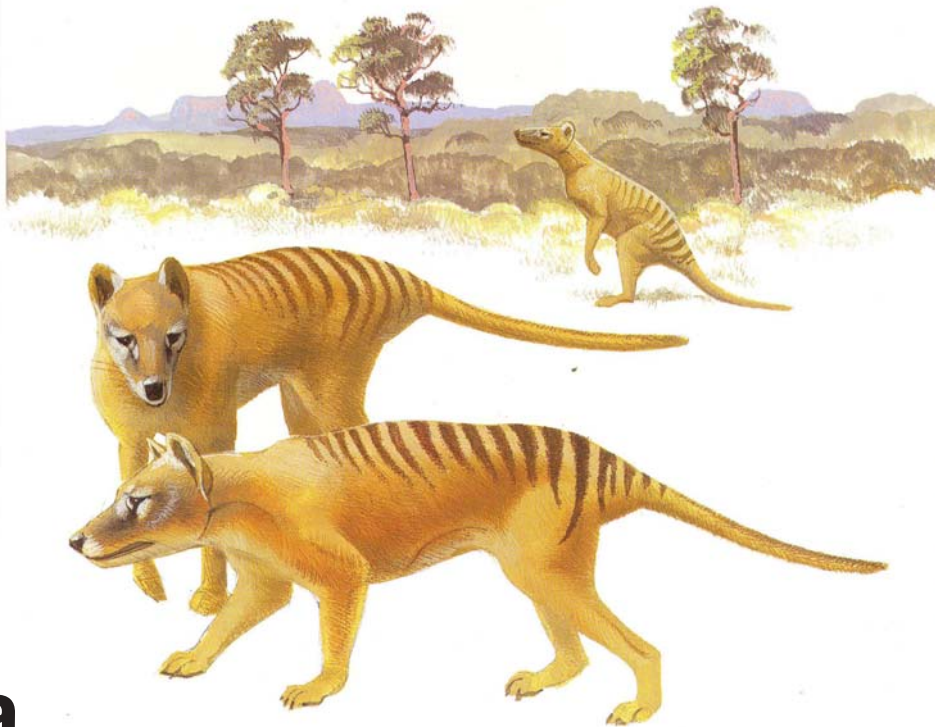
Растет число глобальных катастроф, и может сложиться впечатление, что природа действует все с большей мощностью, размахом, в которых также закономерностей не просматривается. А между тем спонтанные катастрофы все чаще бывают связаны с человеческой деятельностью. Во-первых, технические и энергетические системы стали чрезвычайно мощными, опасными и одновременно хрупкими (вспомним Чернобыль, «Дискавери», Бхопал и т. д.). Во-вторых, техническая и политическая деятельность человека приобрела глобальные масштабы и стала всерьез влиять на макропараметры окружающей среды, вплоть до астрономических характеристик планеты. Например, за несколько лет падение промышленного производства в бывшем СССР привело к заметному изменению отражатель-

ной способности атмосферы планеты над огромной частью Евразии. Западные ученые с юмором называют это «эффектом Горбачева», однако проблема состоит в том, что климатические последствия данного эффекта станут понятны гораздо позже.

Еще одним глобальным фактором стала обычная человеческая жадность. Прошлый век продемонстрировал невиданный рост финансовых спекуляций и манипуляций с научно-техническими и природными ресурсами человечества: целые отрасли промышленности переходят в частную собственность, а один человек может разорить страны и народы. Экономические и энергетические интересы все чаще приводят к острейшим общественным и даже военным конфликтам. Финансовая «стихия» (я оставил бы за ней название жадности) захватывает все новые страны и целые континенты, и это уже не раз приводило к глобальным и неожиданным последствиям. Получается, что в современном мире происходят природные, техногенные и экономические катастрофы, но за ними часто стоят конкретные, вполне осязаемые авторы. Может быть, и в этом хаосе пора искать закономерности?

Хочется закончить известной фразой Эйнштейна из письма Бору: «Я не верю, что Бог играет в кости!» Обычно цитату обрывают на этом месте, но Нильс Бор, происходивший из семьи известных теологов, в своем письме парировал: «Не наше дело указывать Богу, как Он должен действовать!» Возможно, нам следует ввести в учебные курсы всех школ планеты новую дисциплину под названием «Бог, закон и законы природы».

Кандидат
физико-математических наук
А.Хачоян



Доктор биологических наук
С.Я.Амстиславский

Детеныши иного вида

Человек, как известно, — один из видов класса млекопитающих. В настоящее время, кроме нас, на Земле обитает еще около 4600 видов, принадлежащих к тому же классу. Немногие из них, например кошки, собаки, лошади, могут быть названы «друзьями человека»: их жизнь и судьба тесно связаны с жизнью *Homo sapiens*. Другие, известные как сельскохозяйственные животные, с глубокой древности сопутствуют человеку, снабжая его мясом, молоком, шерстью и другими необходимыми продуктами. Наконец, такие виды, как мыши и крысы, научились жить рядом с человеком и пользоваться этим соседством себе во благо. Однако тысячи диких видов млекопитающих не пошли в хлев или овин, а остались жить в поле, в лесу или саванне.

Некоторые из этих видов могут быть одомашнены — как говорят специалисты, они потенциально доместизируемы. Поразительных результатов достигли сотрудники Института цитологии и генетики в Новосибирске в экспериментах по одомашниванию лисицы. Но другие виды, например горностаи, совершенно не поддаются доместикации и сохраняют свирепую дикость даже на ферме. Впрочем, во всем мире существует только одна ферма, на которой умеют разводить этих убежденных дикарей. Ее основали в 1970-е годы при новосибирском Биологическом институте (сейчас он называется Институт систематики и экологии животных) Дмитрий Владимирович и Юлия Григорьевна Терновские.

Не следует думать, что стремление разводить животных в неволе всегда вызвано корыстными целями. Это может быть и попыткой «вернуть долги» живой природе, сильно пострадавшей от человека, который вольно или невольно нарушает сложившееся в ней равновесие. Теперь, когда мы пытаемся спасти редкие виды от исчезновения, зачастую бывает проще сначала поселить животное рядом с нами, а лишь затем — помочь ему расселиться в прежних местах его обитания.

Стремительная экспансия человека, приводящая к разрушению природных биотопов, без преувеличения, смертельно опасна для наших соседей по планете. Об этом убедительнее всего говорит список видов, занесенных в

Красную книгу (<http://www.redlist.org>). Мало того что мы строим города и заводы, прокладываем дороги и развиваем автотранспорт. В уничтожение диких видов вносят свой вклад и «друзья человека» — одичавшие собаки и кошки, но не только они. Поразительна история одного из видов семейства кунцеобразных — европейской норки, которая еще в конце XIX века населяла практически всю Европу, от Пиренеев до Урала и от финских болот до причерноморских степей. Сегодня от этого огромного ареала осталось лишь три небольших фрагмента: западная популяция в Пиренеях; южная популяция в дельте Дуная и северо-восточная, российская популяция, обитающая вокруг Твери. Первыми тревогу забили еще в 1970-е годы российские зоологи Д.В.Терновский и И.Л.Туманов. Именно они заметили, что европейская норка стремительно исчезает там, где появляется другой вид кунцеобразных — норка американская, которую завезли в Европу в начале XX века, чтобы разводить на фермах ради ценного меха.

Таким образом, человек не только уничтожил большинство биотопов, в которых предпочитала селиться европейская норка, но путем селекции создал ей смертельного врага. Американская норка, прошедшая отбор на размер тела, крупнее, а главное, хитрее и пластичнее аборигенного вида. Убегая с ферм, «американцы» создают дикие популяции и объявляют войну аборигенам. В результате европейская норка сейчас находится на грани исчезновения. (Подробнее об этой проблеме рассказано на персональном сайте известного зоолога из Эстонии Тиита Марана (<http://www.lutreola.ee/>).

Можно привести множество других примеров. Скажем, из 36 видов семейства кошачьих лишь судьба домашней кошки совершенно не вызывает опасения. Ареал же диких видов кошачьих непрерывно сокращается, и многие из них занесены в Красную книгу.

Однако начиная со второй половины XX века, когда методы репродуктивной биологии — искусственное осеменение, криоконсервация зародышей и семени, экстракорпоральное оплодотворение, а также трансплантация эмбрионов — прочно вошли в арсенал средств сель-

Вымерших тасманийских тигров (слева), возможно, помогут спасти тасманийские дьяволы (из книги П.Менкхорста и Ф.Найма «A field Guide to the Mammals of Australia», Oxford University Press, Oxford, 2001)



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



многих видов уже научились имитировать этот процесс вне организма — получать эмбрионы *in vitro*. Первые успешные эксперименты по криоконсервации эмбрионов мышей были проведены в двух лабораториях Великобритании в начале 1970-х годов. Практически одновременно опубликовали свои результаты Д.Уиттингем с соавторами и Я.Уилмут (тот самый Ян Уилмут, который 25 лет спустя потряс мир сообщением о рождении первого клонированного млекопитающего — овцы Долли). После этих успехов исследователи сосредоточились на улучшении технологий криоконсервации, поиске новых криопротекторов и, наконец, на том, чтобы адаптировать методы криоконсервации эмбрионов к другим видам млекопитающих. В генетических центрах появились первые криобанки эмбрионов мышей: это существенно облегчило поддержание коллекций, насчитывающих иногда сотни линий.

Что касается сельскохозяйственных животных, то эмбрионы коров, овец, коз, а в последнее время и свиней подвергают криоконсервации с достаточно высокой эффективностью, а вот технология замораживания эмбрионов лошадей пока находится в стадии разработки. Криоконсервация зародышей человека впервые была проведена австралийскими учеными Аланом Тронсоном и Линдой Мор в начале 1980-х. Эта процедура применяется в программах экстракорпорального оплодотворения, о котором рассказано подробнее чуть ниже. Кроме того, иногда к ней приходится прибегать по юридическим причинам: во многих странах «права» эмбрионов человека защищены законом, поэтому «лишние» эмбрионы биотехнологи обязаны помещать в криобанк.

Наряду с традиционным медленным замораживанием, когда температура образца понижается на несколько десятых долей градуса в минуту, сейчас используют еще и витрификацию. Теоретические основы витрификации были заложены в классических работах Фазера Льюета еще в 1930-е годы. Согласно теории Льюета, одного из патриархов криобиологии, при очень быстром охлаждении, т.е. при практически мгновенном погружении пробы в жидкий азот, образец переходит в стекловидное состояние, минуя фазу кристаллизации. А ведь именно кристаллики льда, по теории Петера Мэйзура (еще одного патриарха криобиологии), сильнее всего повреждают клетки при криоконсервации. В настоящее время витрификация находит все больше сторонников среди криобиологов и биотехнологов.

Методы криоконсервации зародышей и гамет уже хорошо разработаны и широко применяются для лабораторных и большинства сельскохозяйственных животных, а также для человека. Мне пришлось видеть прекрасно работающие криобанки семени собак и кошек в Финляндии и Швеции. Они создаются для сохранения пород и наиболее технологичного способа обмена генофондом внутри той или иной породы. Так, существует международная практика пересылки криоконсервированного (или

скохозяйственной индустрии и медицины, появилась надежда на то, что эти методы помогут остановить исчезновение биоразнообразия диких видов млекопитающих. Именно описанию новых подходов к сохранению редких видов, основанных на достижениях репродуктивной биологии, посвящена эта статья.

Замороженный зоопарк

Возможность замораживания и криоконсервации биологических объектов привлекает ученых не первый век. Например, Лаззаро Спалланцани в Италии еще в 1776 году «заморозил» сперму жеребца в снегу и убедился, что после отогревания сперматозоиды снова стали подвижными. Можно привести еще множество исторических примеров замораживания семени животных и человека при отрицательных температурах. Однако принятое сегодня понятие «криоконсервация» подразумевает замораживание биологических объектов и сохранение их при температуре жидкого азота, то есть при -196°C (об этом «Химия и жизнь» писала в предыдущем номере). Поразительно, но сперматозоиды млекопитающих могут находиться в этом состоянии годами, а после размораживания и последующего искусственного осеменения способны дать начало полноценным живым организмам. А современные технологии позволяют сохранять в жидком азоте не только сперматозоиды, но также эмбрионы и яйцеклетки (о чем речь впереди) и даже яичниковую ткань.

Датой рождения современного метода криоконсервации семени считается 1949 год, когда английские биологи К.Полдж и О.Смит случайно открыли, что трехатомный спирт глицерин обладает свойствами криопротектора: в его растворе сперматозоиды петуха благополучно пережили заморозку до температур жидкого азота. Чуть позже криоконсервацию стали применять к эмбрионам.

Как известно, эмбрион возникает в результате оплодотворения — слияния яйцеклетки и сперматозоида. У млекопитающих оплодотворение внутреннее, однако для

просто охлажденного) семен собак между различными странами. Кроме того, хозяева собак и кошек иногда желают сохранить семя своих Джеков и Барсиков, даже если их любимцы не имеют блестящей родословной. Что касается сельского хозяйства, то криоконсервации чаще всего подвергают семя быков-производителей, с тем чтобы передать их выдающиеся качества возможно большему числу потомков. Во многих регионах нашей страны имеются станции по получению и замораживанию семени быков. Такая станция есть и в Новосибирской области.

Начиная с 1990-х годов криоконсервацию зародышей и семени пытаются применять для сохранения диких и исчезающих видов животных. Хотя успехи здесь пока гораздо скромнее, чем в сельском хозяйстве и медицине, все же можно привести некоторые обнадеживающие примеры. А поскольку репродуктивная биология каждого вида достаточно специфична, то без фундаментальных исследований, направленных на изучение именно этого вида, не обойтись. Однако в большинстве случаев ученым помогают domesticiрованные «модели». Например, группа Дэвида Вилдта из США успешно занимается сохранением диких видов кошачьих (тигров, гепардов, леопардов, пум и других). По словам самого Дэвида, перед началом работы с дикими кошками его группа в течение 15 лет изучала репродуктивную биологию кошачьих на «модели» домашней кошки.

Как правило, при работе с каждым таким видом вдобавок к методам криоконсервации зародышей и гамет приходится разрабатывать целый пакет репродуктивных технологий, наиболее подходящий именно для этого вида. Подробнее об этом рассказано в следующей главе.

Детеныши из чашки Петри

Первый научно документированный эксперимент по искусственному осеменению провел уже упоминавшийся Лаззаро Спалланцани, который в 1780 году успешно осеменил собаку. Сегодня искусственное осеменение свежим, охлажденным семенем, а также семенем, хранившимся при температуре жидкого азота, применяют в практике животноводства, собаководства и в других областях. Искусственное осеменение также облегчает межвидовое скрещивание. Например, в 1990-е годы в странах Скандинавии активно практиковали получение лисо-песцовых гибридов, когда самку песца оплодотворяли семенем лиса. У этих гибридов мех имел своеобразную текстуру и расцветку, так что технология была весьма популярной и вполне экономически оправданной. Естественным путем такое скрещивание провести очень сложно из-за различий в репродуктивной физиологии и поведении этих животных. Однако искусственное осеменение в этом и некоторых других случаях помогает преодолеть межвидовой барьер.

А теперь о том, как метод искусственного осеменения позволил предотвратить исчезновение дикого вида. Некогда широко распространенный в Северной Америке вид куницеобразных, черноногий хорек (*Mustela nigripes*), во второй половине XX века был близок к полному исчезновению. Этот вид одно время даже считали вымершим, пока не обнаружили несколько уцелевших животных. Для сохранения и восстановления черноногого хорька был разработан комплекс мер, важнейшей из которых стало искусственное осеменение. В настоящее время черноногий хорек находится вне опасности. Люди могут любоваться (и не только в зоопарках) зверьком, который

встречал первых переселенцев на просторах американских прерий.

Другой важный подход к сохранению исчезающих видов — экстракорпоральное оплодотворение. Яйцеклетки, выделенные из организма, помещают в инкубатор и совершают искусственное осеменение «в пробирке», а точнее, в чашке Петри. Таким путем, в частности, было получено потомство у тигра и некоторых других диких кошек в работах упоминавшейся выше группы Дэвида Вилдта. Разумеется, оплодотворенные зародыши затем растут не в чашке Петри: их снова помещают в организм самки. И тут мы подходим к следующему важному вопросу: трансплантации эмбрионов.

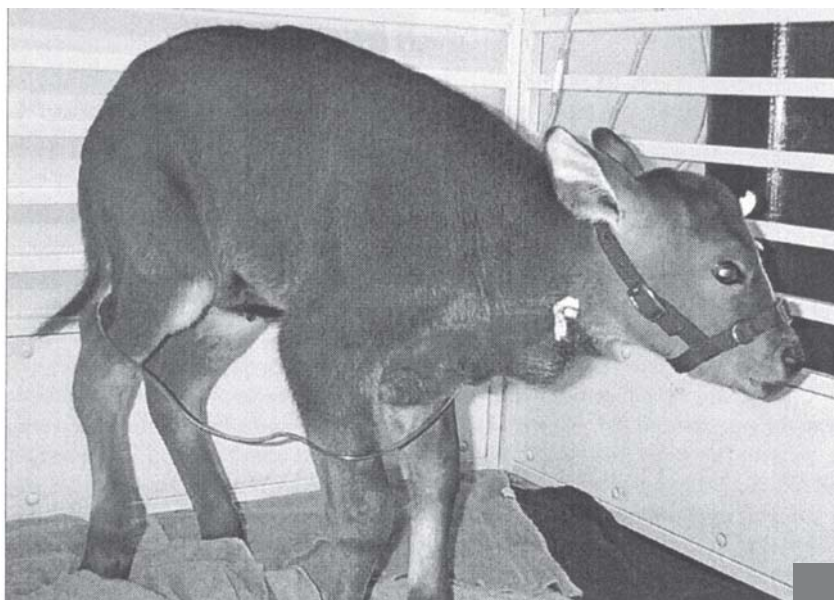
Пересадить «приемной матери» можно не только эмбрион, полученный *in vitro*, но и обыкновенный зародыш, возникший в результате естественного оплодотворения и развивавшийся естественным путем в яйцеводах и матке другого животного, которого называют «донором». Во время преимплантационного периода (то есть до имплантации, когда установится тесная связь эмбриона со стенкой матки и образуется плацента) зародыш развивается внутри организма самки-донора, а затем его извлекают и пересаживают в репродуктивные пути самки-реципиента. Впервые это проделал на кроликах известный английский зоолог и эмбриолог Уолтер Хип в 1891 году. Однако широкое распространение в сельском хозяйстве эта технология получила во второй половине XX века, после того как ее стали сочетать с методом криоконсервации зародышей и методом суперовуляции. Суперовуляцию, то есть повышенный выход яйцеклеток, вызывают гормональными препаратами, при этом в организме самки-донора развивается много зародышей сразу. Трансплантация эмбрионов в сочетании с методами гормонального воздействия на донора позволяет получать больше потомства от ценных особей, а в некоторых случаях — от животных, которые по тем или иным причинам не могут принести его естественным путем. Кроме того, метод трансплантации эмбрионов в сочетании с методом криоконсервации помогает сохранять коллекции различных видов животных и вести обмен этими коллекциями.

В ларце кролик, а внутри у него конь...

Однако получить как можно больше потомков от нескольких уникальных особей бывает нужно не только животноводам. Сегодня представляется вполне реальным, что некоторые дикие млекопитающие сохраняются лишь в виде замороженных эмбрионов и семени, когда в природе исчезнут последние живые представители. Тогда для восстановления вида придется искать «приемных матерей» среди близкородственных видов. Следовательно, межвидовая трансплантация может сыграть важную роль в спасении вымирающих видов, а преодоление межвидового барьера становится особенно интересной и актуальной задачей, как в практическом, так и в научном отношении.

Пик исследований по межвидовой трансплантации эмбрионов приходится на 1950 – 1980-е годы. Пересадки проводили тогда в самых разных сочетаниях: между мышами и крысами, между хорьками и кроликами, даже между кроликами и коровами! В ретроспективе эти эксперименты выглядят порой анекдотически, однако зачастую авторы и не ставили цели получить живое потомство. Они решали (и вполне успешно) совсем другие научные и технологические проблемы.

Например, эксперименты по пересадке овечьих или



1
Теленок гаура по имени Ной —
первое клонированное животное,
рожденное самкой другого вида
(из статьи Lee K. «Current
Biology», 2001, т.11, № 7)



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

коровьих зародышей кроликам показали, что перевязанные яйцеводы крольчихи вполне пригодны для временного переживания эмбрионов этих видов копытных. Значит, таким способом можно перевозить живые эмбрионы овец и коров на значительные расстояния. Например, еще до открытия современных методов криоконсервации овечьи эмбрионы перевозили в перевязанных яйцеводах кроликов из Кембриджа (Великобритания) в Южную Африку, а там пересаживали местным овечкам-реципиентам. Однако и позднее методы криоконсервации эмбрионов не сразу удалось адаптировать для некоторых видов животных, например для лошадей. Поэтому, когда потребовалось переправить эмбрионы лошади из Польши в Великобританию, будущие скакуны опять-таки путешествовали внутри крольчих.

А уже после завершения бума межвидовой трансплантации эмбрионов, в конце XX — начале XXI века было сделано несколько интересных открытий, касающихся именно применения метода межвидовой трансплантации эмбрионов для сохранения исчезающих видов млекопитающих.

Коровы, овцы, козы — домашние и дикие

Трансплантация эмбрионов и весь комплекс биотехнологических процедур, связанных с этой технологией, лучше всего отработан на крупном рогатом скоте. Поэтому не приходится удивляться, что первые сравнительно успешные модели межвидовой трансплантации созданы именно на полорогих — родичах домашней коровы.

Два исчезающих вида полорогих, эмбрионы которых были трансплантированы обычной корове и в результате получено живое потомство, — это бантенг (*Bos javanicus*), дикий родственник крупного рогатого скота, обитающий в Индонезии, и гаур (*Bos gaurus*), родина которого — горы Индии. Больше всего экспериментов проводилось на паре видов «гаур — корова», и эта модель широко обсуждается в научной литературе. У этих родственных видов разное число хромосом: у гаура их 56, а у коровы 60. Однако еще более существенна разница в продолжительности беременности: у гаура она составляет 305 дней, у коровы 280. Тем удивительнее, что успешная трансплантация эмбрионов между этими видами все-таки возможна, хотя преодоление межвидового барьера не дается легко и со-

провождается аномалиями в формировании плаценты, иммунологической несовместимостью и, как результат, высокой смертностью эмбрионов и новорожденных.

Тем не менее на этой модели удалось даже совместить межвидовую трансплантацию и клонирование. В 2001 году в научных изданиях и СМИ появились сообщения о рождении клона гаура в штате Айова (США). Ядра из фибробластов взрослого самца гаура были введены в знклеированные ооциты (то есть в яйцеклетки, у которых было удалено собственное ядро) обыкновенной домашней коровы. Полученные таким путем зародыши культивировали *in vitro* и в конце концов 44 эмбриона трансплантировали 32 коровам. У одной из них родился живой теленок гаура (рис. 1). Так гаур стал первым клонированным млекопитающим из Красной книги. Позднее подобным же образом был клонирован бантенг.

Не менее интересные работы проведены на домашней овце и ее диких родственниках, прежде всего на европейском муфлоне (*Ovis orientalis musimon*). Эмбрионы муфлона, исчезающего вида овец, неоднократно пересаживали обычной домашней овце (*Ovis aries*). Кроме того, группа исследователей под руководством профессора Паскуалино Лоя в Италии работает над созданием криобанка эмбрионов и гамет и репродуктивным клонированием муфлона. Действительно, их достижения весьма впечатляющи: ядра из соматических клеток взрослых самок муфлона, найденных мертвыми на пастбище, введены в знклеированные ооциты домашней овцы, затем зародыши трансплантированы овцам-реципиентам и получено живое потомство (рис. 2). Иными словами, в этой работе, проведенной в 2001 году, удалось успешно применить метод репродуктивного клонирования к исчезающему виду, причем источником генетического материала были мертвые самки, а эффективность процедуры оказалась намного выше, чем при создании знаменитой Долли. Кроме того, группой профессора Лоя создан криобанк зародышей и семени муфлона. По утверждению Грацины Птак, одной из участниц этой группы, им удалось создать «интегрированный пакет репродуктивных технологий», направленный на сохранение этого вида.

Были также опубликованы результаты работы по межвидовой трансплантации на козах. Эмбрионы исчезающего вида коз — испанского ибекса (*Capra pirenaica*) — пересадили домашней козе (*Capra hircus*). Причем ока-



2
 Четыре ягненка муфлона, представители исчезающего вида овец, были рождены обыкновенными овечками (из статьи Грацины Штак и соавт., «Biology of Reproduction», 2002, т. 66). Самый большой ягненок, которого назвали Сантино, родился 1 ноября 2000 года

3
 Самка хонорика произвела на свет детенышей европейской норки — и защищает их, как родных

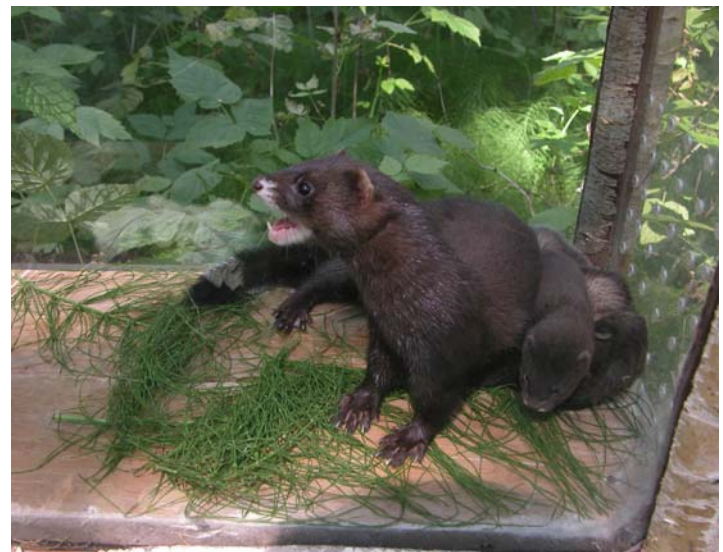


фото В.А.Цыдренко

залось, что, если вместе с плодом ибекса в матке находится собственный плод козы, этого достаточно для поддержания беременности, если же только плод ибекса, беременность прерывается из-за межвидовых различий гормональных механизмов, отвечающих за ее регуляцию. Поэтому козу сначала оплодотворяли семенем козла, а затем трансплантировали ей эмбрионы ибекса.

Что касается пересадки эмбрионов между домашними овцами и домашними козами, эта задача очень сложна, поскольку овца (*Ovis aries*) и коза (*Capra hircus*) относятся к разным родам. Попытки прямой трансплантации, предпринятые еще в конце 1940-х годов, не увенчались успехом. Однако в 1980-х годах С.Фехайли с соавторами выполнили серию работ по созданию химерных зародышей овца — коза. Химерами называют таких животных, которые содержат в составе своего тела клетки двух или более разных организмов. Существует два способа получить химерные зародыши. Можно снять оболочку с двух или более эмбрионов на ранней стадии развития и поместить их в тесном соседстве в инкубатор. Это обычно заканчивается слиянием зародышей — получают так называемые «агрегационные химеры». Можно, однако, поступить иначе: взять существенную часть одного зародыша и injectировать ее в полость другого зародыша на стадии бластоцисты, когда он напоминает полую сферу из клеток. Трансплантации таких зародышей реципиентам (козам или овцам) позволили преодолеть межродовой барьер. Родилось существо, в отдельных чертах которого угадывается баран, а в других — козел. Это интересное животное даже попало на обложку журнала «Nature», в котором были опубликованы результаты эксперимента («Nature», 1984, т. 307, с. 634—636).

Как знать, может быть, и эти наработки когда-нибудь пригодятся для возрождения видов? Вдруг у вымершего млекопитающего среди живых останутся только дальние родственники...

Норчонок, брат хорька

К сожалению, все перечисленные выше методы имеют один общий недостаток: низкую эффективность. В подавляющем большинстве случаев отношение родивших-

ся потомков к числу трансплантированных эмбрионов находится в интервале от 1 до 25%.

В наших собственных исследованиях, выполненных в содружестве трех институтов (Института цитологии и генетики СО РАН, где работает автор статьи, Института систематики и экологии животных СО РАН, который также находится в Новосибирске, и Института прикладной биотехнологии университета города Куопио в Финляндии), разрабатывались эмбриотехнологические подходы к сохранению исчезающего вида — европейской норки, той самой, о печальной судьбе которой говорилось в начале статьи. Мы попробовали создать эффективную модель трансплантации эмбрионов этого вида гибридам европейской норки и хорька. Таких гибридов, носящих название хонорики и нохорики, в течение многих лет получают на уникальной ферме Института систематики и экологии животных в Новосибирске. Хонорики, гибриды самца хорька и самки европейской норки, впервые были получены Д.В.Терновским и Ю.Г.Терновской и описаны в их монографии «Экология кунцеобразных» (Новосибирск: Наука, 1994). Обратное скрещивание, самок хорьков с самцами-норками, было осуществлено Ю.Г.-



фото В. А. Цыдренко



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

однако сохранились музейные экспонаты. Проект по возрождению тасманийского тигра был начат в 2001 году в Австралии: из трех заспиртованных особей, принадлежащих музею в Сиднее, выделили ДНК. Планируется создание искусственных хромосом и искусственных клеточных ядер, их трансплантация в ооциты близкородственного вида — сумчатого дьявола. Затем эти реконструированные эмбрионы трансплантируют самке того же вида (сумчатого дьявола) и будут ожидать появления «тиграт».

Сегодня ведущие международные эксперты не слишком верят, что этот «дьявольский» проект увенчается успехом. Но тот факт, что проект по восстановлению вымершего млекопитающего инициирован вполне солидными учеными, внушает оптимизм. Возможно, в будущем мы все-таки увидим не на экране телевизора, а в реальной жизни мамонтов или саблезубых тигров. Вернее, «реконструированные версии» этих видов, хотя и с отличиями от вымершего оригинала, но все таки очень на него похожие.

В небольшой статье невозможно рассказать о всех аспектах эмбриотехнологии: это направление бурно развивалось в течение 115 лет, прошедших с момента первой успешной трансплантации эмбрионов. С тех пор было сделано множество интересных открытий. Есть надежда, что современные методы репродуктивной биологии помогут спасти исчезающие виды диких млекопитающих. Сбудутся ли эти надежды, покажет время.

Что еще можно почитать о восстановлении редких видов методами эмбриотехнологии

Амстиславский С.Я. Межвидовая трансплантация эмбрионов и клеточных ядер как подход к сохранению исчезающих видов млекопитающих. «Онтогенез», 2006, т. 37, № 1

Amstislavsky S., Kizilova E., Zudova G., Ternovskaya Yu., Lindeberg H., Aalto J., Valtonen M. Embryo development and embryo transfer in the European mink (*Mustela lutreola*), an endangered Mustelidae species. «Reproduction Fertility and Development», 2006, т. 18. (Кстати, фотография новорожденных норчат и хорчонка была помещена на обложку именно этого журнала. — *Примеч. ред.*)

4

Норчата и хорчонки (слева, светлее и больше остальных) в одном выводке

Терновской и Г.А.Зудовой в 2001 году, однако эти гибриды, называемые нохориками, пока недостаточно полно охарактеризованы в печати.

Гибридизация хорька и норки может иметь место и в природе (кстати, это явление считают еще одной причиной исчезновения европейской норки). Мы попытались обратить феномен гибридизации с хорьком во благо исчезающего вида — и добились успеха (рис. 3).

В 2002—2004 годы мы трансплантировали в общей сложности 56 эмбрионов норки девяти самкам хонорика. При этом родилось 28 детенышей. Кроме того, 16 эмбрионов европейской норки было трансплантировано трем самкам нохорика, и родилось восемь потомков. Таким образом, при обоих типах трансплантации эффективность составила 50%. Один раз мы пересадили самке хонорика пять эмбрионов норки и пять эмбрионов хорька. В результате эксперимента на свет появился выводок, состоящий из норчат и хорчонка. Этот результат так поразил редакторов международного журнала «Reproduction Fertility and Development», в котором была опубликована наша статья, что фотографию этого выводка поместили на обложку журнала (рис. 4). Действительно, случай уникальный: родными, а точнее, в самом прямом смысле единоутробными братьями и сестрами стали представители разных видов — хорька и норки. А их приемная мать не принадлежит ни к тому, ни к другому виду.

Подобные экспериментальные ситуации, невозможные в природе, порождают новые вопросы. Как складываются отношения в такой генетически разнородной семье? Как отразится такое «единоутробное братство видов» на последующем выборе полового партнера? Словом, все как в известном парадоксе Зенона: чем больше мы знаем, тем больше мы не знаем. Поиск ответов на все эти вопросы — дело будущего.

В заключение этой статьи хотелось бы рассказать о дерзновенном проекте, нацеленном на возвращение к жизни полностью вымершего вида — тасманийского тигра (*Thylacinus cyanosephalus*). Это сумчатое животное походило скорее на волка, чем на тигра, но получило свое название благодаря полосатой окраске. Последние тасманийские тигры вымерли чуть более 100 лет назад,





Художник Н. Крашин

Телегония мнимая и реальная

Начнем с определения. Согласно Большой советской энциклопедии (1976 год), «телегония» — предполагаемое влияние свойств мужской особи, участвовавшей в предыдущем скрещивании с женской особью, на ее потомство, полученное от скрещивания с другими мужскими особями. Явление телегонии было «открыто» в первой четверти XIX века. Точные генетические эксперименты многих ученых в конце XIX века не подтвердили телегонию».

Казалось бы, в наши дни принимать телегонию всерьез невозможно, поскольку, мягко говоря, трудно представить себе механизм передачи генетической информации потомству не от биологического родителя, а от кого-то еще. Тем не менее в последние годы интерес к ней значительно возрос. В этом легко убедиться, обратившись к Интернету и к некоторым СМИ. Недавно о телегонии как о реальном явлении писала «Комсомольская правда» (15.11.2005). Очень часто упоминают двух-трех (почти всегда одних и тех же)

исследователей XIX века, утверждавших, что они наблюдали это явление. О наблюдениях в XX веке не сообщается. Одна и та же информация уже более столетия переходит из одного сообщения в другое, идет самоподдерживающийся процесс, а появление Интернета способствовало его усилению.

Приведем выдержку из газеты «Труд» (12.04.2001): «Женщина в студенчестве вышла замуж за африканца и родила от него ребенка — негритенка. Потом они разошлись, прошло несколько лет, женщина, к счастью, встретила «достойного человека» — русского парня. Каково же было недоумение ее самой и всех близких, когда младенец, появившийся на свет в новом браке, как две капли воды походил на старшего, чернокожего брата. Что мог подумать муж?.. Никаких романов на стороне у жены даже в мыслях не было. Мистика? Издевка судьбы-злодейки? В любом случае чудеса, наукой не объясненные?»

Оказывается, ни мистики, ни чудес. Речь идет об эффекте телегонии, от-

крытом еще в позапрошлом, XIX веке в ходе экспериментов по скрещиванию зебры и лошади: коннозаводчики рассчитывали получить удивительную породу. Но ничего не вышло, опыты были признаны неудачными, их остановили и забыли. И вдруг совершенно неожиданно у кобыл, несколько лет назад побывавших под самцами-зебрами, стали рождаться полосатые жеребята. И это при том, что «отцами» их были породистые чистокровные жеребцы. Удивительное это явление и назвали телегонией... При всей кажущейся нелепости так бывает, причем нередко. Собаководы могут привести факт: если их элитная «девочка» хоть раз свяжется с дворнягой, у нее больше никогда не будет породистого потомства. А французский биолог Феликс Ле-Дантек, тщательно изучивший это явление, пришел к выводу: эффект телегонии распространяется и на людей, к тому же в гораздо более яркой, чем у животных, выраженной форме. Ученый брал случаи, когда жених не был пер-

вым мужчиной своей невесты. Оба они здоровы и рассчитывали на столь же благополучных детей. А рождались большие. Конечно, причин тому может быть сколько угодно, в частности плохая наследственность. Однако генотип непосредственных родителей и их предков иногда оказывается ни при чем: ребенок несет груз заболеваний человека, о существовании которого один из родителей даже не подозревает, а другой давно забыл и не вспоминает.

Кстати, у нас в России о «рождении, осуществленном на расстоянии», вспомнили после Всемирного молодежного фестиваля 1957 года в Москве. Но не через девять месяцев, когда один за другим в столице стали рождаться чернокожие дети, а гораздо позже, несколько лет спустя. Обескураженным мамам пришлось признаться, что они лишились девственности именно в фестивальные ночи с гостем из Африки. Тогда, к счастью, «не залетели». А теперь вышли замуж, все пристойно и чинно и супруг — белый. Откуда же негритенок?

Даже те из ученых, кто не признает телегонию, вынуждены задуматься над подобными фактами и допустить, что генетическую особенность будущего ребенка формирует не только его физический отец, но и мужчина, некогда нарушивший девственность будущей матери».

Последняя фраза приведенного отрывка особенно восхитительна. «Даже те из ученых, кто не признает телегонию, вынуждены... допустить» нечто эквивалентное существованию той самой телегонии, которой они не признают. О фактах, над которыми «вынуждены задуматься» скептики, говорится так, как будто в их существовании никто не сомневается. Но продолжим чтение этого текста. «Если учесть, что нередко первая связь у девочек возникает на молодежных вечеринках, участники которых зачастую находятся в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, то и выводы можно делать соответствующие. И если через несколько лет у трезвых и здоровых молодоженов вдруг рождается ребенок с явно выраженной болезнью, причиной которой обычно является тяжелая алкогольная наследственность, то вероятность того, что наследственность эту когда-то заложил подвыпивший одноклассник, «первая любовь», весьма высока».

На общем фоне выделяются немногочисленные голоса скептиков. В фелинологическом журнале «Друг» (1997, № 3) профессор МГУ, доктор биологических наук М.М.Асланян и академик А.С.Спирин, обсуждая проблемы скре-

щивания кошек, цитируют генетика Ф.Хатта («Генетика животных», 1969): «Нет никаких доказательств в пользу существования явлений телегонии, хотя в него верят многие поколения собаководов. Суть этого явления его приверженцы полагают в том, что каждая предыдущая беременность у животного оказывает влияние на последующую». Далее они пишут: «Итак, телегония — это предполагаемое влияние предыдущего спаривания (предыдущего самца) на потомство от последующего спаривания (последующего самца). Этот предрассудок оказался весьма распространенным и не миновал и заводчиков кошек. Некоторые из них беспокоятся, не погибла ли для получения чистопородного потомства их ценная кошка, принесшая незаконнорожденных котят от случайного спаривания с неизвестным котом или известным соседским бандитом. Беспокоиться не надо — конечно, не погибла».

Здесь — как и во многих подобных случаях — мы видим эффект испорченного телефона. Первоначально под телегонией понимали влияние предыдущей беременности на потомство от последующей. Брокгауз и Ефрон (издание словаря 1901 года), посвятившие вопросу большую статью (том 64), дают такое определение: «Телегония, или сходство детей не со своим отцом, а с отцом более раннего приплода». БСЭ пишет о скрещивании, что также подразумевает появление потомства. А в заметке в «Труде» сначала речь идет о женщине, имевшей ребенка от первого мужа-негра, но далее — о том, что для получения подобного эффекта беременность не обязательна, а достаточно спаривания. Насколько можно судить по Интернету, очень многие, так же как и автор заметки в «Труде», не только верят в телегонию, но и полагают, что для телегонии беременность не обязательна.

Брокгауз и Ефрон сообщают об опытах, в том числе и над собаками, не подтвердивших телегонию. БСЭ также пишет только об опытах, проводившихся в XIX веке и давших отрицательный результат. Видимо, в XX веке не было биологов, желавших ставить такие опыты. Так что сам факт отсутствия сообщений о подобных опытах показывает, что биологи не принимают телегонию всерьез. Что касается телегонии у человека, тут не надо даже проводить опыты. У многих женщин на Кубе или в Бразилии первый муж негр, а второй — белый. Если бы эффект имел место, это было бы общеизвестно!

Среди множества сообщений о телегонии выделяется работа Г.Л.Муравника «Феномен телегонии» (Христианство и наука. Сборник докладов конференции. Международные Рождествен-



РАССЛЕДОВАНИЕ

ские образовательные чтения. М., 2005). Автор внимательно изучил первоисточники, и к этой работе могут обратиться те, кого всерьез интересует история вопроса. Там же есть указание, сопровождаемое скептическим комментарием, на работу нашего современника, который якобы наблюдал телегонию в эксперименте. На основании своих опытов над трихинеллами (паразитический червь, вызывающий трихинеллез) он предлагает использовать телегонию для улучшения пород домашних животных.

Обратимся, однако, к собачникам, упорно верящим в телегонию, и задумаемся, не наблюдают ли они время от времени сходство между потомством одной собаки от разных отцов. Не будем обсуждать, возможна ли телегония или нет, а постараемся припомнить явление, не противоречащее основным положениям биологической науки, которое тем не менее можно принять за телегонию.

Речь идет о болезни, которой страдал первый мужчина и/или его дети и от которой страдали дети той же женщины от второго брака. Такое вполне возможно, если речь идет о хронической инфекционной болезни! Ученый XIX века (тот же Феликс Ле-Дантек) мог решить, что дети унаследовали болезненность от первого мужа матери таким же образом, как цвет волос и форму носа — от родного отца.

Анализируя размещенный в Интернете обширный материал, посвященный телегонии, трудно избавиться от ощущения, что некоторые авторы запугивают телегонией своих читателей. Но запугивание несуществующей опасностью часто приводит к противоположному эффекту. Молодые люди, усвоившие школьную программу по биологии, вообще перестанут слушать проповеди о вреде беспорядочных связей. В то же время существует реальная опасность — болезни, передающиеся половым путем. И вместо того, чтобы пугать молодежь несуществующей опасностью, не лучше ли предупреждать ее об опасностях реальных?

И.И.Гольдфаин

СВЧ-КОМПЬЮТЕР

Британские ученые разрабатывают компьютер, в котором микротранзисторы будут общаться друг с другом с помощью СВЧ-радиоволн

Пресс-секретарь
Tony Trueman,
t.trueman@
bath.ac.uk

Хотя компьютеры уже не одно десятилетие следуют закону Мура — число транзисторов на единицу площади удваивается за 18 месяцев, скоро этому будет положен физический предел: толщина медных проводочков окажется слишком маленькой, чтобы они и далее смогли передавать электрические сигналы. А нельзя ли обойтись без проводов? Доктор Алан Ногарет из Батского университета (Великобритания) предлагает воспользоваться способностью электрона излучать радиоволны под действием магнитного поля.

«Это явление называется обратным электрон-спиновым резонансом, — говорит Алан Ногарет. — Суть его в том, что магнитное поле отклоняет направление магнитного момента электрона и тот начинает совершать колебания. А колеблющийся заряд, как известно, порождает излучение, в данном случае микроволновое. Это излучение свободно распространяется и достигает приемника. Все устройство для излучения представляет собой слой полупроводника толщиной в несколько атомов, который заключен между двумя магнитными пластинками».

В случае успеха ученые рассчитывают через пять—десять лет создать такой процессор, который будет работать в 500 раз быстрее, чем сейчас, а размер его при этом не изменится.

ПАУК + ДИАТОМЕЯ = ХИМЕРА

Американские и британские материаловеда сделали нанокompозит из паутины и панцирей микроскопических диатомовых водорослей.

David L. Kaplan,
david.kaplan@
tufts.edu

С одной стороны, паутина известна своей прочностью и совместимостью с биологическими тканями. Однако сделать из нее какой-нибудь имплантат трудно: не хватает жесткости. С другой стороны, диоксид кремния, он же основа обыкновенного стекла, — хоть и жесток, но довольно хрупок. Вот если бы совместить полезные свойства обоих веществ! Этим занялись ученые из Университета Тафтса (США) и Ноттингемского университета (Великобритания). Для своей работы они собрали один искусственный белок-химеру из двух природных. Первый из них — белок, который, собственно, и формирует нити паутины, причем нити сами собой собираются из отдельных волоконцев. Второй — белок диатомовой водоросли. На нем при низкой температуре и в кислой среде собираются молекулы растворенного в воде диоксида кремния, формируя изящнейший панцирь диатомеи.

«Мы уже довольно давно работаем с паутиной и шелком, изменяя их методами генной инженерии, — говорит руководитель работы профессор Давид Каплан. — Недавняя находка в геномах диатомеи тех участков, что ответственны за образование минералов, открывает широкие перспективы для биосинтеза шелково-минеральных композитов».

БАБОЧКИ И АНГЛИЧАНЕ СПАСАЮТ ТРОПИЧЕСКИЙ ЛЕС

Британские ученые предлагают не вырубать тропический лес, а выращивать в нем бабочек на продажу.

Neil Naish,
Neil.Naish@
warwick.ac.uk

«Одна куколка тропической бабочки стоит в Англии от двух по пяти фунтов стерлингов. Следовательно, если предложить жителям какой-нибудь тропической страны собирать бабочек, то они смогут заработать гораздо больше, чем от продажи сельскохозяйственной продукции, выращенной на расчищенной от леса земле», — говорит Нил Найш из Уорвикского университета. Эта идея легла в основу проекта по созданию кооператива ферм бабочек, который ученые затеяли в Гайане, в районе Северного Рупунуни. По оценкам организаторов, им удастся обеспечить приличным заработком около пяти тысяч человек.

Выращивание экзотических бабочек и проведение выставок с их участием стало весьма популярным в развитых странах. Однако заставить бабочку отложить яйца в неволе, а потом выкормить гусеницу не так уж и легко — нужно создать условия, максимально приближенные к природным, а это удается не всегда. При правильной постановке дела получается, что дешевле и менее хлопотно собрать куколок в диком лесу, привезти их в Европу и уже там получить красивую бабочку.



УПРАВА НА ВИРУС

Французские биологи нашли слабое место сразу нескольких злотворных вирусов.

Пресс-секретарь
Anna-Lynn Wegener,
wegener@embl.de

Вирусы, которые вызывают лихорадку Эбола, корь и бешенство, схожи между собой: у них близкое строение нуклеопротеина, который защищает РНК от ферментов иммунной системы. Не расставаясь с этим чехлом, вирусная РНК проникает внутрь клетки и успешно добирается до ее ядра. И тут-то белковый чехол надо снять. В этот критический момент на вирус можно напасть либо, наоборот, заблокировать механизм освобождения РНК от чехла. А для этого нужно знать детали структуры нуклеопротеина. Его-то для вируса бешенства и определили ученые из гренобльского Института молекулярной и структурной вирусологии и Европейской лаборатории молекулярной биологии.

«Нуклеопротеин подобен клипсе. Он состоит из двух фрагментов, которые смыкаются, словно две челюсти, и кусочек РНК оказывается в промежутке между ними, — объясняет Винфрид Вейсенгорн из ЕЛМБ. — Как оказалось, между большими фрагментами клипс есть участок, который работает крючком и приподнимает верхнюю челюсть, когда приходит время дать доступ к РНК вируса. Маленькая молекула лекарства сможет присоединиться к этому участку белка и заблокировать механизм расщепления».

ОПОЛЗЕНЬ ПОД КОНТРОЛЕМ

Британские ученые придумали датчик для контроля за оползнем.

Dr Neil Dixon,
N.Dixon@lboro.ac.uk

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

«Каждый год сотни людей погибают из-за внезапных оползней. А многих из них можно было бы спасти, если знать, что бедствие случится в ближайшее время. Даже десятки минут вполне хватит для эвакуации жителей дома, оказавшегося в опасности. Именно такой сигнал скорого бедствия и подает разработанный нами прибор», — говорит доктор Нил Диксон из Университета Лoughborough (Великобритания).

Прибор состоит из воткнутой в склон трубы с датчиком, который способен собирать информацию о высокочастотных звуковых колебаниях. Обычно их создают глубинные частицы почвы, которая внезапно пришла в движение. Датчик посылает информацию в компьютер, и тот рассчитывает параметры стабильности склона. Если она оказывается малой и оползень неминуем, система оповещает о грядущем бедствии.

«Места возможного схода оползней, как правило, известны. Установленные на таких подозрительных склонах датчики и позволят избежать катастрофы: вовремя перекрыть опасную дорогу или увести жителей в безопасное место», — считает Нил Диксон.

ХЛАДОСТОЙКИЙ ПЕРЕЦ

Израильские генетики создали перец, который растет при 10 градусах тепла.

Jerry Barach,
jerryb@
savion.huji.ac.il

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

Всякий огородник знает, что, пока ночная температура не поднимется хоть до 15 градусов тепла, никаких огурчиков от своего парника не жди. Со сладким перцем дело сложнее: ему требуется 18°C каждую ночь и для его выращивания нужно строить основательную теплицу. А она дорого стоит.

Для того чтобы перцы даже зимой росли в простеньком парнике с пленкой ученые из иерусалимского Еврейского университета под руководством доктора Йонатана Элkinда подвергли растение генетическим манипуляциям и получили семена гибридов. Растения, выращенные из этих семян, даже в холодном парнике дают прекрасные разноцветные плоды, ничуть не хуже голландских, тепличных. Помимо устойчивости к низким температурам, перцам привили способность сопротивляться вирусам и обеспечили длительный период плодоношения. В общем, испытания десятков тысяч растений, как в Израиле, так и в Испании, показали, что у генетиков все получилось на редкость удачно. Распространением семян занялась компания «Зераим Гедера»; на последнем этапе она даже профинансировала часть работ по созданию трансгенного перца. Еще бы, ведь в 2005 году объем продаж семян гибридных перцев из Израиля достиг 9,5 млн. долларов, а экспорт плодов перца из Израиля — 50 млн.



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

ОЧИСТКА МЕМБРАН УЛЬТРАФИОЛЕТОМ

Американские ученые придумали способ очистки мембран от налипших белков.

Пресс-секретарь
Jason Gorss,
gorssj@rpi.edu

Очистить мембрану от налипших на нее веществ непросто. А если мембрана дорогая, например такая, которая служит для разделения жидкой смеси белков, то выбросить ее жалко и чистить-таки приходится. Возникают неизбежные простои, которые очень не нравятся промышленникам.

Ученые из Ренсселераевского политехнического института нашли и запатентовали способ, который позволяет чистить мембрану очень быстро. Для этого на ее поверхность наносят молекулы спиropиранов. Они не реагируют на видимый свет, а под действием ультрафиолета изменяют свою структуру и цвет — становятся красновато-лиловыми. Главное же в том, что при этом меняется и полярность спиropиранов. Молекулы белков, которые прилипали к исходной неполярной поверхности при столь резкой перемене в ее свойствах, отлипают, и ставшая вдруг полярной мембрана очищается. Как оказалось, наносить спиropираны совсем не трудно — двухстадийный процесс вполне вписывается в промышленную технологию изготовления мембран.

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

СТУК КЛАВИШ КАК ЛИЧНАЯ МЕТКА

Американские ученые придумали новый способ идентификации пользователей компьютера.

Chris Bryant,
cbryant@ur.ua.edu

Тринадцать лет тому назад доктор Маркус Браун из Алабамского университета вместе со своим студентом-дипломником придумал систему опознавания человека по его почерку при работе за клавиатурой. Для этого была составлена программа нейронной сети, которая не только очень точно измеряет интервалы времени, которые человек тратит на то, чтобы нажать и отпустить клавишу, но и умеет делать соответствующие выводы. Этот метод ученые запатентовали и успешно о нем забыли.

Однако в 2004 году в университете появился Центр коммерциализации технологий. «Мы хотим добиться, чтобы сотрудники университета были уверены: даже не самый значительный результат будет замечен и по достоинству оценен, причем не один раз» — так сформулировал основной лозунг центра вице-президент университета по исследованиям доктор Кейт Мак-Дауэл. В полном соответствии с этой идеей, сотрудники центра сумели найти покупателей на патент Маркуса Брауна, и тот, вместе со своим бывшим студентом, получили по 15 700 долларов. «Честно говоря, я никогда не предполагал, что идея, которой мы занимались в качестве развлечения, способна принести столь весомый результат», — говорит ученый.



Действующие лица и исполнители: история барионов

В июльском и августовском номерах, в цикле «Вселенная: материя, пространство, время», мы выяснили, как устроена сцена, на которой разворачивается грандиозный спектакль о рождении и жизни мира, в котором мы сейчас живем. Мы знаем теперь, сколько времени прошло с момента открытия занавеса до наших дней; каковы пространственные и временные рамки сцены и декораций; о том, какие события происходили на этой сцене в течение первых 14 миллиардов лет. Пора теперь рассказать об исполнителях главных ролей в этом спектакле.

Продолжение, начало в № 7.

Отыщи всему начало, и ты многое поймешь.

Козьма Прутков

Видимые свойства того, что мы называем «нашим миром», почти полностью определяются несколькими частицами, из которых этот мир построен. И в масштабах атомных ядер, и в нашей человеческой жизни, и в масштабах Вселенной как единого целого доминирующую роль в наблю-



даемых событиях играют протоны, нейтроны, электроны и электромагнитное излучение, переносчики которого в видимой области спектра называются фотонами, а в области более коротких длин волн — гамма-квантами.

Перечисленные частицы — главные компоненты материи и главные действующие лица в спектакле, разворачивающемся на сцене, устроенной природой из пространства и времени.

Из протонов и нейтронов состоят атомные ядра, которые, обрастая оболочкой из электронов, превращаются в атомы и приобретают способность вступать в химические реакции. Фотоны и гамма-кванты обеспечивают электромагнитное взаимодействие. Практически все, что мы видим, слышим, обоняем и осязаем — как с помощью наших ограниченных в своих возможностях органов чувств, так и посредством микроскопов, телескопов и других сложных приборов, — это материя, которая состоит из атомов или атомных ядер. Для нее принят термин «барионная».

Барионы — это нуклоны (протон и нейтрон) и целый зоопарк гиперонов — частиц, время жизни которых исчисляется стомиллиардными долями миллиардной доли секунды (то есть они живут примерно настолько же меньше секунды, насколько сама секунда меньше времени жизни Вселенной). Гипероны рождаются в ядерных взаимодействиях и немедленно распадаются, они столь нестабильны, что из них ничего не может состоять. Поэтому под барионной материей понимают прежде всего материю, построенную из нуклонов. Протон и нейтрон очень похожи друг на друга, но между ними есть и существенные различия. Протон электрически заряжен и стабилен (время его жизни, во всяком случае, не меньше чем 10^{32} лет, что на 22 порядка больше возраста Вселенной!), нейтрон электрически нейтрален. В свободном виде (вне ядра) нейтрон распадается в среднем за 14 минут 38 секунд, оставляя после

себя протон, электрон и нейтрино (это называется бета-распад). Массы протона и нейтрона почти равны, но все же различаются на 0,14%: $m_p = 1,674 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_n = 1,672 \cdot 10^{-27}$ кг.

История барионной материи от момента ее образования и до наших дней — тема этой статьи.

От геоцентризма до Вселенной без центра

Мир, в котором мы существуем, кажется нам стабильным и неизменным. Мы рождаемся, взрослеем, стареем, а Солнце и звезды по-прежнему находятся на своих местах. И в нашем детстве, и в детстве наших самых далеких предков продолжительность года равнялась примерно 365 дням и 6 часам, а расстояние до Солнца составляло 150 миллионов километров. Однако на самом деле Вселенная изменяется, и очень динамично. Просто человеческая жизнь и даже история человечества слишком коротки, чтобы эти изменения заметить.

Примерно 14 миллиардов лет назад случился Большой взрыв, который продолжается до сих пор. Здесь мы не будем касаться вопроса о том, как и почему началось расширение Вселенной, что было до этого и что происходило в течение первых нескольких десятков секунд после начала расширения, — это очень серьезные и интересные проблемы, которые заслуживают того, чтобы стать темой отдельного разговора. Здесь же поговорим о том, откуда известно, что Вселенная расширяется, и о том, как происходило это расширение с примерно сотой секунды после Большого взрыва до сего дня.

Человеческие представления о структуре видимого мира (состоящего из барионной материи) эволюционировали не слишком быстро, но чрезвычайно драматично. Первый шаг от самых древних наивных представлений о плоской, как тарелка, Земле, которая накрыта небесной полусферой, сделал почти 2000 лет назад Клавдий Птолемей. В своем «Альмагесте» он предложил геоцен-

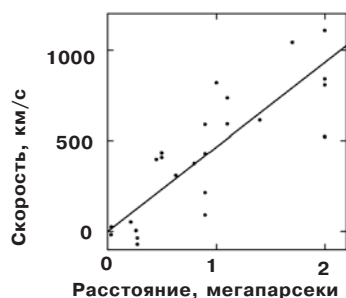
трическую систему мира, в центре которого находится сферическая Земля, а вокруг нее вращаются Солнце, Луна, планеты и сфера с размещенными на ней звездами.

Эта система просуществовала полторы тысячи лет и подверглась пересмотру после опубликования в 1543 году книги Николая Коперника «Об обращениях небесных сфер». Коперник сделал мир гелиоцентрическим, поставив в его центр Солнце, вокруг которого вращаются Земля с Луной, планеты и звезды. Взгляды Коперника встретили серьезное сопротивление. Тогдашнее человечество не было готово жить на одной из планет, вращающейся вокруг центрального светила, оно хотело находиться в центре мироздания. Тем не менее исключительно точные по тем временам наблюдения за движением планет, проведенные датским астрономом Тихо Браге, и количественные объяснения законов обращения планет вокруг Солнца, сделанные на основе этих наблюдений немцем Иоганном Кеплером (см. «Химию и жизнь» 1998, №11, 12, 1999, №1, 5–6), к середине XVII века позволили гелиоцентрической системе завоевать общее признание.

Модель Коперника гораздо ближе к действительности, чем система Птолемея, однако от истины она еще далека. Солнце заменило Землю в центре Вселенной и стало главным, выделенным светилом. Природу же звезд люди понимали все еще довольно смутно — они оставались светящимися точками, расположенными где-то за орбитами планет.

Первую попытку сместить Солнце с привилегированного центрального места сделал итальянец Джордано Бруно уже через 40 лет после смерти Коперника. В своих работах «О бесконечности, Вселенной и мирах» (1584) и «О неизмеримом и неисчислимом» (1591) он высказал предположение, что никакого центра у Вселенной вовсе не существует и, следовательно, в этом центре ничего не находится. Солнце — лишь одна из бесчисленных звезд, вокруг каждой

1
 Этот график зависимости скорости удаления галактики от расстояния до нее Э.Хаббл опубликовал в 1929 году. Точки — данные измерений по 24 галактикам. Прямая линия — аппроксимация



из которых вращаются планеты, подобные Земле и, возможно, обитаемые. Предположение было абсолютно точным. Просто невероятно, как Бруно смог 450 лет назад правильно понять устройство мира, не обладая практически никакой информацией.

Через 150 лет, с работами английского астронома Уильяма Гершеля, окончательно закрепилось понимание того, что Солнце — лишь одна из десятков миллиардов звезд и ничем особенным от остальных звезд не отличается.

Таким образом, человечеству понадобилось 1500 лет для того, чтобы убрать Землю из центра Вселенной, и еще 200 лет для того, чтобы убрать оттуда также и Солнце, отказавшись от представления о центре Вселенной вообще. Еще через 150 лет был сделан следующий серьезный шаг в понимании структуры мироздания. В 1917 году американские астрономы Джордж Ричи и Герберт Кертис высказали предположение, что туманности (туманные расплывчатые пятна, видимые на небе в телескопы) не принадлежат нашей Галактике, а находятся от нее на громадных расстояниях. Более того, эти туманности — точно такие же галактики. Изучая снимки туманности М33 (туманность номер 33 по каталогу Мессье), Ричи и Кертис заметили, что ее спиральные ветви состоят как будто из отдельных звезд. К сожалению, изображения звезд в силу несовершенства тогдашней техники были очень размытыми, поэтому неопровержимо доказать существование далеких систем американским астрономам не удалось.

Это сделал через девять лет, в 1926 году, соотечественник Ричи и Кертиса Эдвард Хаббл, который с помощью 2,5-метрового оптического телескопа-рефлектора (в ту пору крупнейшего в мире) отчетливо увидел отдельные звезды в самой яркой туманности М31 — туманности Андромеды. Предположение Ричи и Кертиса было окончательно доказано. Стало ясно, что звезды во Вселенной распределены не равномерно, а сконцентрированы в га-

лактиках, пространство между которыми практически пусто. Расстояние между галактиками при этом в десятки и сотни раз превышает их размеры.

Вот так сложилось более или менее окончательное представление о структуре Вселенной. «Более или менее» — потому что позднее выяснилось также, что и галактики имеют тенденцию собираться в скопления, где их плотность во много раз превышает плотность галактик вне скоплений. Но в рамках нашего рассказа это можно считать не слишком существенными деталями.

Вселенная эволюционирует!

Крупномасштабная структура барионной материи во Вселенной стала ясна 80 лет назад. Но картина мира была статичной. И вот все тот же неутомимый Эдвард Хаббл в 1929 году придал этой картине динамику. Продолжая наблюдения за несколькими сотнями галактик, он обнаружил поразительную вещь — линии в спектрах почти всех галактик оказались смещены в красную длинноволновую область. Единственной интерпретацией этого факта мог быть эффект Доплера — увеличение длины волны, излучаемой удаляющимися объектами. Причем, в соответствии с измерениями Хаббла, чем дальше от нас галактика, тем больше так называемое «красное смещение» и, следовательно, скорость, с которой галактика от нас удаляется. Расстояние до галактик Хаббл определял с помощью так называемых Цефеид — маяков Вселенной. Это звезды, светимость которых меняется со временем, причем чем больше период, тем сильнее светимость. Измеряя видимый блеск звезды-Цефеиды в другой звездной системе и зная (по периоду изменения светимости) полное количество света, излучаемого ею, можно определить расстояние до звезды. Хаббл понял, что галактики разбегаются друг от друга! Это открытие стало первым (но не един-

ственным) свидетельством Большого взрыва. Разделив расстояние до галактики на скорость ее удаления от нас, можно получить время, которое прошло с тех пор, как вся Вселенная была собрана в одной точке — время, которое прошло после начала Большого взрыва. По последним данным получается 14 млрд. лет.

В 1965 году американские физики Арно Пензиас и Роберт Вилсон открыли реликтовое излучение — электромагнитные волны, излученные на ранних стадиях расширения Вселенной. Это открытие стало исторически вторым прямым свидетельством Большого взрыва. Спектр реликтового излучения соответствует спектру излучения абсолютно черного тела с температурой 2,725 К. Интенсивность этого излучения одинакова в любом направлении с точностью до 0,001%. Реликтовое излучение предсказали Георгий Гамов, Ральф Альфер и Роберт Герман в 1948 году на основе созданной ими первой теории горячего Большого взрыва. Гамов предсказал температуру излучения — 3 Кельвина («Physics Today», 1950, № 8).

К наиболее серьезным косвенным свидетельствам Большого взрыва можно отнести наблюдаемую крупномасштабную структуру скоплений галактик и распространенность во Вселенной химических элементов. Предсказания наблюдаемой структуры Вселенной и распространенности элементов, сделанные на основе модели Большого взрыва, хорошо согласуются с экспериментальными данными (об этом чуть подробнее будет сказано ниже).

Так в течение нескольких столетий человечество постепенно пришло к динамической картине эволюционирующего мира. Посмотрим теперь, как именно происходила эта эволюция.

Что было в начале?

Рассказ о первых секундах Большого взрыва, определивших развитие Вселенной вплоть до нашей эпохи, об инфляционных моделях, о причинах начала расширения и о том, что было до этого, занял бы слишком много места. Описание эволюции нашего мира мы начнем с сотой секунды.

Когда минули первые сто секунд после Большого взрыва, Вселенная была неизмеримо меньше нынешней (примерно в сто миллионов раз), никакой структуры (звезд, планет, галактик, скоплений галактик) не существовало. Но в целом «та» Вселенная была уже очень похожа на сегодняшнюю. Количество протонов, ней-



тронов (барионной материи) и квантов электромагнитного излучения было таким же, как сегодня, — на один барион приходилось (и приходится) примерно миллиард фотонов. Разница была лишь в том, что материя заполняла только что родившуюся Вселенную почти равномерно, не создавая никакой структуры. Стоит отметить, что все наблюдаемое сегодня барионное вещество — лишь мизерная, примерно миллиардная часть барионной материи, существовавшей когда-то, на ранних стадиях Большого взрыва. Дело в том, что барионы и антибарионы в ранней Вселенной образовывались почти в равных количествах, но барионов по каким-то не вполне до сих пор понятным причинам было чуть больше — на каждый 1 000 000 000 антинуклонов приходился 1 000 000 001 нуклон. Вот эти «миллиард первые» нуклоны и остались после того, как остальные нуклоны аннигилировали попарно с антинуклонами. Не будь этого одномиллиардного избытка, аннигиляция прошла бы полностью, и современному миру просто не из чего было бы состоять — барионов во Вселенной не осталось бы. Химический состав барионной материи был таким: на 12 протонов (ядер водорода) приходилось одно ядро гелия-4, состоящего из двух протонов и двух нейтронов. Примерно через 400 тысяч лет после Большого взрыва Вселенная остыла до температур, меньших, чем энергия связи электронов и ядер. Стало возможным существование атомов, состоящих из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. С появлением стабильных атомов возникла и возможность химических реакций. Но более тяжелых элементов, из которых могли бы быть построены, например, планеты и существа, населяющие их, — прежде всего кислорода, углерода и кремния, — практически не было, не считая микроскопической примеси лития, бора и бериллия. Как же этот однородный горячий шар, состоящий из легких элементов, превратился в тот неоднородный мир, который мы наблюдаем сегодня?

Формирование структуры Вселенной

Прежде всего, зародыши неоднородности в расширяющейся Вселенной существовали изначально. Их происхождение и природа до сих пор не ясны. Очевидно только, что Вселенная никогда не была абсолютно однородной, а только почти однород-

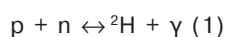
ной, и именно это неизвестно откуда возникшее «почти» стало причиной формирования звезд, галактик и планет. Не будь его, плотность вещества в современную эпоху осталась бы одинаковой в любой точке Вселенной. Устройство мира было бы простым, но безумно скучным, лишённым форм и структур.

С развитием компьютерной техники и появлением мощных процессоров стали возможны сложные, громоздкие расчеты, моделирующие развитие систем, которые состоят из огромного числа гравитационно взаимодействующих частиц. Компьютерное моделирование Большого взрыва показывает, что благодаря изначально микроскопическим неоднородностям плотности вещества, заполняющего Вселенную, примерно через сто тысяч лет после начала Большого взрыва материя разбилась на гигантские газовые сгустки (ставшие впоследствии скоплениями галактик). Эти протоскопления разделились на меньшие образования, из которых затем сформировались галактики. Последние, в свою очередь, разделились на звезды. Так возникла наблюдаемая в нашу эпоху структура Вселенной. Существенная неоднородность сегодняшней Вселенной и ее структура обусловлены первоначальными микроскопическими неоднородностями.

Откуда взялись тяжелые ядра

Но как возникли тяжелые элементы, которых первоначально в расширяющемся газовом шаре не было? Главную роль в нуклеосинтезе (синтезе атомных ядер) играли термоядерные реакции, протекающие в недрах звезд, где температура и плотность вещества достаточно высоки для протекания таких реакций. Все или почти все тяжелые элементы образовались в звездах.

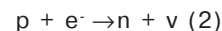
А было это так. Сформировавшиеся из первоначального, почти однородного барионного вещества газовые сгустки — протозвезды — состояли из ядер водорода (протонов) с примесью ядер гелия. Под действием сил притяжения между отдельными ядрами сгустки сжимались. Температура и плотность в центральных областях при этом повышались. В какой-то момент (его можно считать моментом рождения звезды) температура достигает значений в десятки миллионов градусов, при которых возможна реакция (1): протон p сли-



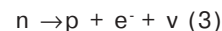
вается с нейтроном n , образуя ядро дейтерия ${}^2\text{H}$, состоящее из двух нуклонов:

При этом испускается гамма-квант γ ; ему предстоит долгий путь из ядра звезды до ее поверхности, который может занимать миллион лет и больше. Многократно поглощаясь ядрами и переизлучаясь, гамма-квант дойдет до атмосферы звезды, затем покинет ее и уйдет в космическое пространство. Именно благодаря гамма-квантам, образованным в термоядерных реакциях, звезды (в том числе и Солнце) могут светить — излучать энергию, которая по крайней мере в одном известном нам случае служит для поддержания жизни. Непрерывный «термоядерный взрыв» внутри звезды компенсирует гравитационные силы, стремящиеся ее сжать: звезда оказывается в состоянии неустойчивого равновесия.

Но вернемся к реакции (1). Здесь необходимы некоторые пояснения. Откуда в ядре звезды появляются нейтроны, без которых она невозможна? Как уже было сказано, свободные нейтроны нестабильны и вскоре распадаются. Казалось бы, за миллионы лет, отделяющие момент начала Большого взрыва от формирования первых звезд, их не должно было остаться. Так оно и есть, однако при столкновениях протонов с электронами по реакции (2) постоян-

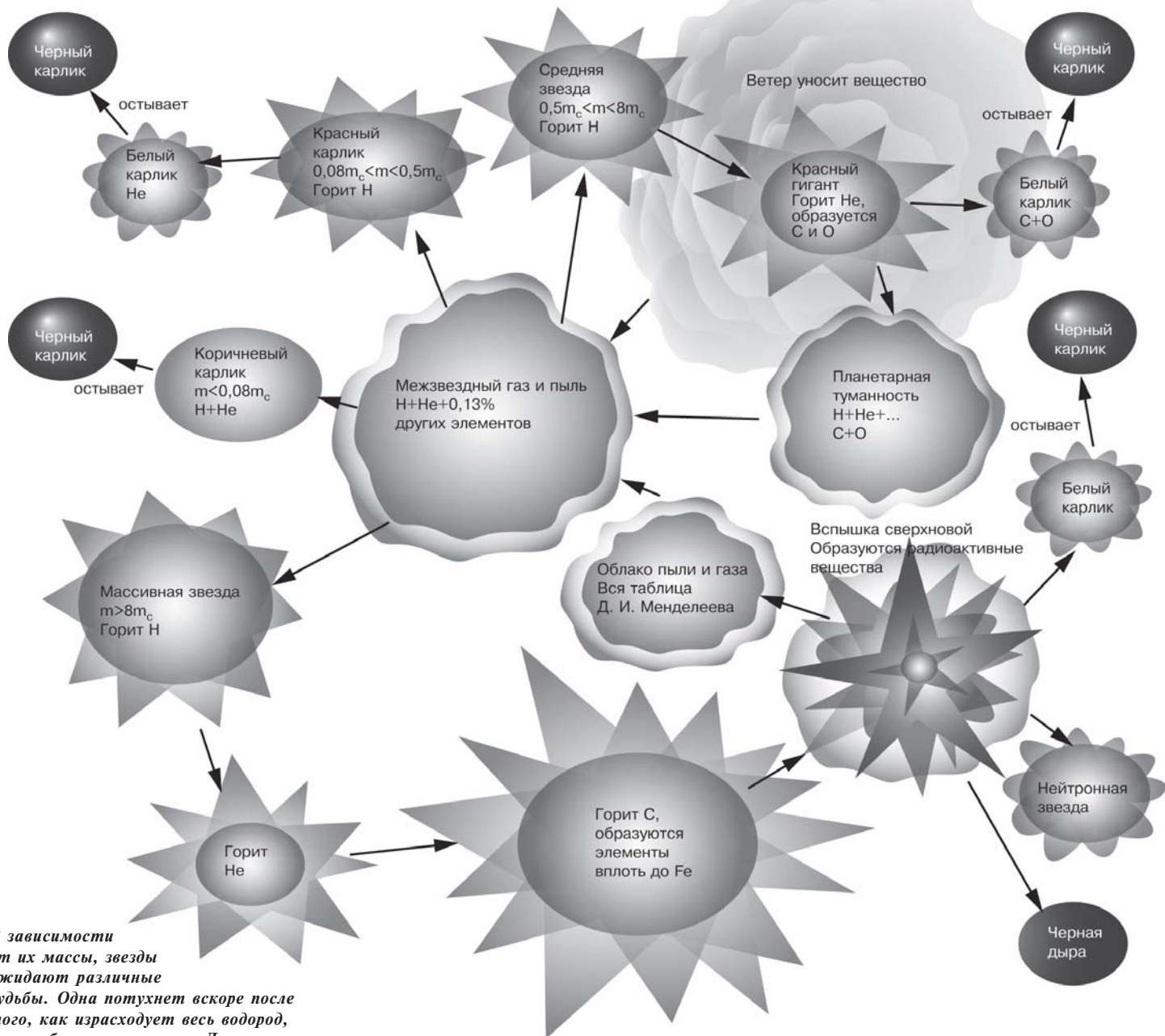


но рождаются новые нейтроны с испусканием нейтрино ν . Динамическое равновесие с реакциями β -распада (3) поддерживает фракцию нейтро-



нов в звездном ядре на уровне примерно 15%.

Стоит еще сказать, что будь крошечная (0,14%) разница в массах нейтрона и протона хоть немного другой, то основа энергии звезд, реакция образования ядер дейтерия, была бы или невозможна, или шла бы слишком интенсивно. Например, будь протон тяжелее нейтрона, то распад нейтрона на протон, нейтри-

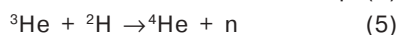
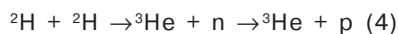


2
В зависимости от их массы, звезды ожидают различные судьбы. Одна потухнет вскоре после того, как израсходуется весь водород, или вообще не загорится. Другая же последовательно сожжет все горючие материалы – водород, гелий, углерод, а потом, породив огромное облако пыли и газа во взрыве сверхновой, обернется черной дырой. А облако послужит сырьем для образования новой звезды, в состав которой войдет уже больше тяжелых элементов. Вот так, со взрывами и рожденьями звезд идет круговорот химических элементов во Вселенной

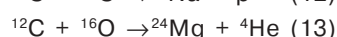
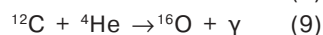
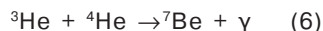
но и электрон был бы запрещен законом сохранения энергии. И в том, и в другом случае в сегодняшнем мире не было бы ни нашей планеты, ни нас с вами.

Двусторонняя стрелка в записи реакции (1) означает, что она протекает в обе стороны: образовавшийся при реакции протона с нейтроном дейтерий в конце концов снова рас-

падает под воздействием гамма-квантов, поскольку его энергия связи очень мала, но до этого он успевает поучаствовать в реакциях (4–5) синтеза гелия-3 и гелия-4:



Образовавшийся гелий стабилен и дает начало цепочке термоядерных реакций (6–13),



которые и порождают первые, вплоть до железа, элементы таблицы Менделеева (здесь приведен, конечно, далеко не полный перечень реакций). Более тяжелые ядра возникают главным образом за счет захвата нейтронов. Например, стабильное ядро кадмия-114 при столкновении со свободным нейтроном образует нестабильное ядро кадмия-115, которое в среднем через 54 часа посредством бета-распада переходит в ядро стабильного изотопа индия-115.

Но что же случится, когда весь водород в центре звезды «выгорит»? Какое время термоядерное горение, которое противодействует силам тяготения, стремящимся сжать звезду, будет продолжаться за счет «гелиевых» реакций. Когда же и они исчерпают себя (подробности см. на рис. 2), звезда либо

сжимается и превращается в белый карлик, сбросив при этом наружную оболочку, либо взрывается (так называемая сверхновая звезда), выбрасывая в космос существенную часть своей массы (около 0,3—1 солнечных масс), которая движется со скоростью около 10 тысяч километров в секунду. При этом тяжелые элементы, накопленные в звезде за время ее жизни, попадают в межзвездное пространство, формируют газовые скопления, из которых потом образуются звезды следующего поколения, некоторые из них — с планетными системами. Наше Солнце представляет собой звезду третьего поколения, родившуюся примерно 5 миллиардов лет назад (именно благодаря этому у Солнца смогла появиться планетная система, состоящая из тяжелых элементов, которые были наработаны звездами предыдущих поколений).

Вот так или примерно так за 14 миллиардов лет, отделяющих нас от момента Большого взрыва, быстро расширяющееся облако протонов и ядер гелия утратило однородность и эволюционировало в структурированную Вселенную, в которой есть галактики, звезды, планеты, Солнце и мы с вами.

Важные мелочи

Обратите внимание на выдающуюся роль самых разных «почти» и «чуть-чуть» в истории барионной материи, из которой состоит видимый мир. Барионов в ранней Вселенной было всего на 0,0000001% больше, чем антибарионов, и это позволило сохранить достаточно барионной материи, чтобы из нее можно было построить современную Вселенную. Масса нейтрона едва заметно, на 0,14%, больше массы протона — и становится возможным существование стабильных ядер и протекание реакций термоядерного синтеза, в которых образуются тяжелые элементы. Вещество в молодой Вселенной после Большого взрыва распределено почти равномерно, неоднородности в плотности имеют микроскопический масштаб, но эти первоначальные малости позволили в конце концов сформировать галактики, звезды и планеты. Благодаря всем этим «чуть-чуть» существует мир, в котором есть мы.

И последнее. Мы с вами сделаны из вещества, некогда образовавшегося в недрах звезд. Мы — звездные люди. Все до одного. Вне зависимости от возраста, национальности, религиозных и политических убеждений. Давайте постараемся никогда не забывать об этом.



Джордано Бруно: «Кто догоняет меня, кусает меня...»



АРХИВ

История развития представлений о Вселенной полна драматических моментов, причем это характерно не только для средневековья, но и для современности. Однако никто лучше не скажет о накале борьбы за истину, чем классик, знающий эту борьбу не понаслышке. Вот письмо Джордано Бруно, которое он предпослал своим диалогам «О бесконечности, вселенной и мирах» («Диалоги». М.: Госполитиздат, 1949)

Вступительное письмо, написанное знаменитейшему синьору Микелю ди Кастельново, синьору ди Мовисьеро, Конкресальто и ди Жонвилля, кавалеру ордена христианнейшего короля, советнику его тайного совета, капитану 50 солдат и послу у светлейшей королевы Англии

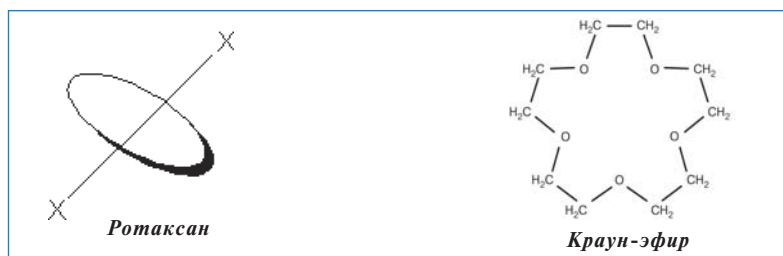
Если бы я, знаменитейший кавалер, владел плугом, пас стадо, обрабатывал сад или чинил одежду, то никто не обращал бы на меня внимания, немногие наблюдали бы за мной, редко кто упрекал бы меня, и я легко мог бы угодить всем. Но я измеряю поле природы, стараюсь пасти души, мечтаю обработать ум и исследую навыки интеллекта — вот почему кто на меня смотрит, тот угрожает мне, — кто наблюдает за мной, нападает на меня, — кто догоняет меня, кусает меня, — кто меня хватает, пожирает меня; и это не один или немногие, но многие и почти все. Если вы хотите понять, откуда это, то я вам скажу, что причиной этого окружение, которое мне не нравится, чернь, которую я ненавижу, толпа, которая не удовлетворяет меня; я влюблен в одну, и благодаря ей я свободен в подчинении, доволен в муках, богат в нужде и жив во смерти; благодаря ей я не завидую тем, которые являются рабами в свободе, мучаются в наслаждениях, бедны в богатствах и мертвы в жизни: ибо в теле они имеют цель, которая их связывает, в духе — ад, который их угнетает, в душе — заблуждение, которое их заражает, в мысли — летаргию, которая их убивает; и нет великодушия, которое их освободило бы, долготерпения, которое их возвысило бы, сияния, которое их осветило бы, знания, которое их оживило бы. Отсюда происходит то, что я не отступаю, подобно усталым, с крутого пути; и, подобно тоскующим, я не отказываюсь от дела, которое мне представляется; и, подобно отчаявшимся, я не поворачиваюсь спиной к неприятелю, который противостоит мне; подобно заблуждающимся, не отворачиваю очей от божественного предмета; а между тем меня большей частью считают софистом, который больше стремится казаться тонким, чем быть правдивым; честолюбцем, который больше стремится основать новую и ложную секту, чем подтверждать старую и истинную; искусителем, который добывает блеск славы, распространяя тьму заблуждений; беспокойным умом, который опрокидывает здания здравых дисциплин и создает орудия разврата. Поэтому, синьор, пусть святые божества уничтожат всех тех, которые несправедливо ненавидят меня, пусть будет ко мне всегда благосклонным мое божество, пусть будут ко мне благоприятными все правители нашего мира, пусть звезды приготовят такой посев для поля и такое поле для посева, чтобы из моего труда выросли полезные и славные плоды для мира, которые раскрыли бы дух и пробудили бы чувства у лишенных света; я ж, конечно, не измышляю чего-либо и, если и заблуждаюсь, то не думаю на самом деле, что заблуждаюсь; когда я говорю или пишу, то спорю не из любви к победе самой по себе (ибо я считаю всякую репутацию и победу враждебными Богу, презренными и лишенными вовсе чести, если в них нет истины), но из любви к истинной мудрости и из стремления к истинному созерцанию я утомляюсь, страдаю и мучаюсь. Это докажут убедительные аргументы, которые зависят от живых оснований, которые происходят от упорядоченных чувств, которые получают сведения не от ложных образов, но от истинных, отделяющихся от природных предметов, подобно верным посланцам; они представляются наличными для тех, кто их ищет, открытыми для тех, кто на них смотрит, ясными для тех, кто их изучает, достоверными для тех, кто их понимает. И вот я вам представляю мои соображения о бесконечности, вселенной и бесчисленных мирах.

Химия

за пределами полимеров

Супрамолекулярная химия родилась в конце 70-х годов прошлого века и все это время не перестает удивлять своих последователей. Началось с краун-эфиров, потом были синтезированы поистине удивительные молекулы — криптанды, катенанды, сферанды, ротаксаны и многие другие. Основоположник супрамолекулярной химии Жан-Мари Лен назвал ее «химией за пределами молекулы». За тридцать лет из нового направления выделилось несколько, в частности отдельной жизнью зажили супрамолекулярные полимеры. Вероятно, по аналогии их можно назвать «химией за пределами полимеров».

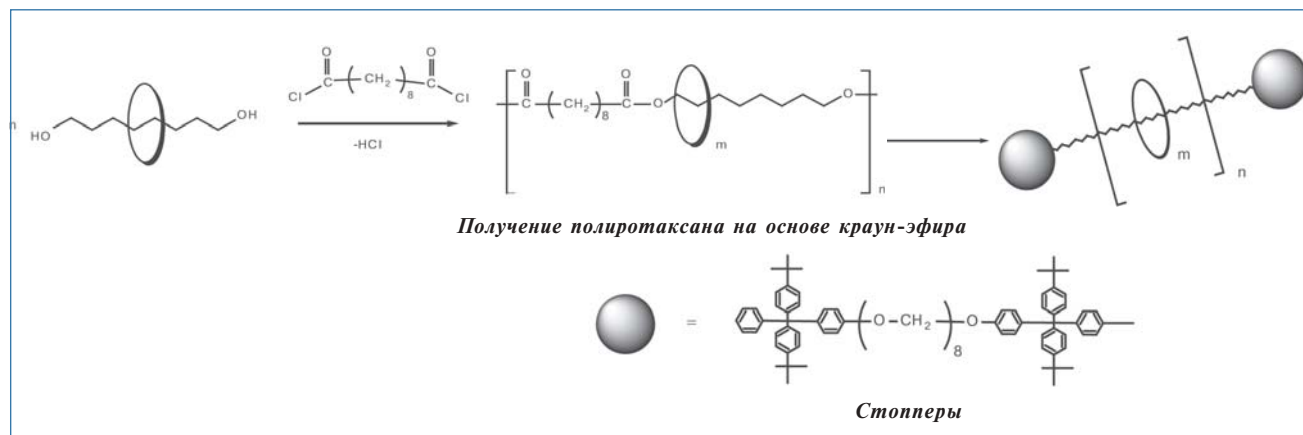
Ротаксаны — один из интереснейших объектов супрамолекулярной химии. Так называют соединения, в которых кольцевые молекулы (различные краун-эфиры, циклодекстрины и др.) надеты на линейную молекулу. Их характерная черта — кольцо и стержень не соединены ковалентными связями, а удерживаются либо слабыми межмолекулярными взаимодействиями, либо к концам стержня прикреплены объемные молекулы — стопперы, которые механически не дают кольцу соскользнуть (в этом случае связь называется топологической).



Но разве кольцо в ротаксане может быть только одно? Конечно, нет. Если позволяет длина линейного фрагмента, то можно получить ротаксан с несколькими кольцами, а если полимеризовать ротаксан — тогда на стержне окажется много колец. Как только это было сделано, появился новый класс соединений, полиротаксаны и новое направление в химии — супрамолекулярная химия полимеров. Новые полимеры интересны прежде всего тем, что это не просто смесь различных молекул, а организованные упорядоченные структуры классического типа «гость—хозяин». Хозяева — краун-эфиры, криптанды, циклодекстрины или каликсарены, а гости — полимеры.

У синтеза новых супрамолекулярных полимеров есть два основных пути. Первый — полимеризация обычного ротаксана без объемных концевых групп, которые пришивают только на последней стадии.

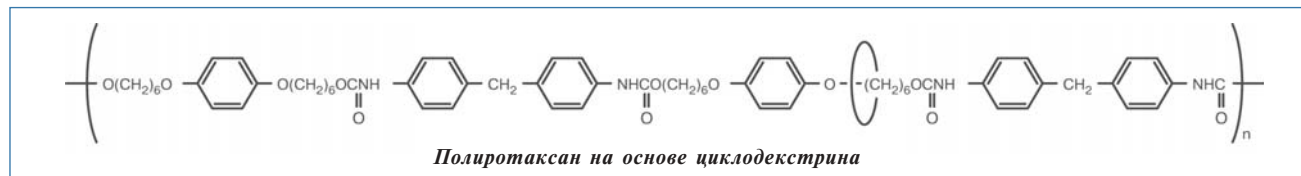
Например, берут линейный спирт, краун-эфир с размером цикла от 30 до 60 атомов и добавляют вещество, которое вступает с молекулами спирта в реакцию поликонденсации. Получается длинный полимер, который продет в колечки краун-эфира.



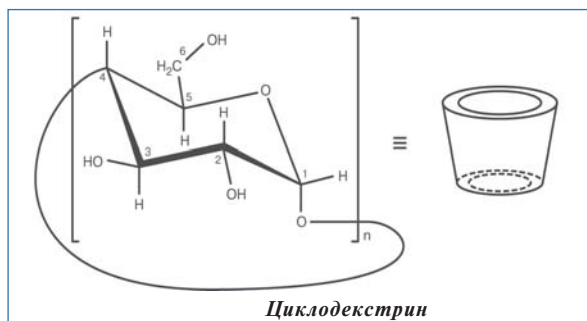
При таком способе синтеза количество колец на цепи зависит от исходного соотношения компонентов, и максимальное их число (около 30% от количества линейных молекул в цепочке) удастся надеть в том случае, если сами краун-эфиры использовать в качестве растворителя в реакции полимеризации.



Таким же образом получают и полимеры с надетыми на цепочку циклодекстринами, которые обозначены на схеме кольцами.

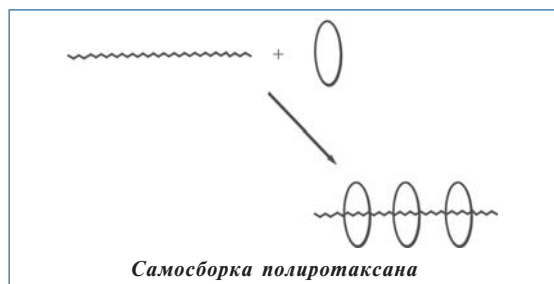


Надо сказать, что использование циклодекстринов вместо краун-эфиров стало новым этапом и направлением в химии ротаксанов, поскольку удалось синтезировать очень интересные полимеры. Циклодекстрины — это циклические олигосахариды, состоящие из D-глюкопириозидных звеньев. Структура молекулы напоминает усеченный конус, полый внутри, — как ведро без дна.



Внутренняя полость у них гидрофобная, поэтому в водном растворе они образуют комплексы включения (когда одна молекула залезает внутрь другой). Важное условие образования и стабильности комплекса — соответствие геометрических характеристик полости циклодекстрина и молекулы гостя. Если полимер с циклодекстрином синтезировать первым способом, то максимальное содержание конусов на цепи — одна молекула циклодекстрина на четыре-пять повторяющихся звеньев полимера.

Второй способ синтеза полиротаксанов — это молекулярная самосборка, в процессе которой длинная молекула уже готового полимера «заползает» в кольца макроциклов.

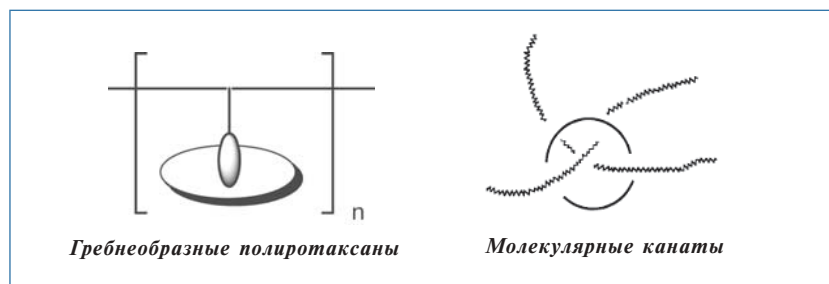


Этот метод гораздо проще, чем первый: циклическую молекулу и полимер растворяют в подходящем растворителе и система самоорганизуется, движимая процессами молекулярного распознавания, которые были описаны Ж.-М. Леном. В случае циклодекстрина и полиэтиленоксида реакция происходит в водном растворе, из которого выпадает в осадок комплекс — циклодекстрин, нанизанный на полимерную цепь.

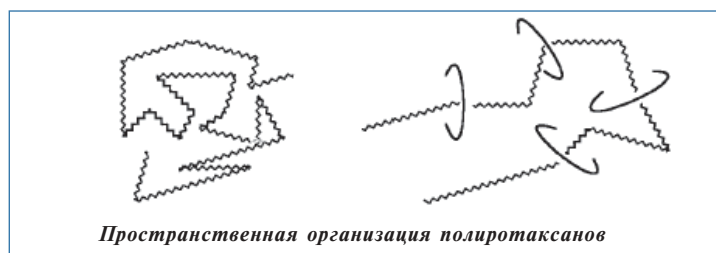


Есть предположение, что самоорганизация происходит благодаря гидрофобным взаимодействиям между полостью циклодекстрина и звеньями полимера, а также из-за образования водородных связей между ОН-группами соседних молекул-конусов. Забавно, что, в отличие от первого метода, количество конусов на цепи не зависит от соотношения реагентов, а на одну молекулу циклодекстрина всегда приходится два звена этиленоксида. Комплексы такого типа назвали молекулярными ожерельями, но, по сути, если добавить к концам полимера стопперы, получатся обычные полиротаксаны. Вообще, количество колец макроциклов, которые оказываются надеты на цепь посредством самосборки, зависит и от природы полимера, и от особенностей кольца. В некоторых случаях их оказывается не больше 10% от ожидаемых, а иногда — почти 99%!

Ученые синтезировали и другие интересные полиротаксаны, например гребнеобразные — в них циклический фрагмент насажен не на основную полимерную цепь, а на ее боковые ответвления. Другой вариант — в большое кольцо краун-эфира или циклодекстрина параллельно продеты две или несколько молекул полимера. Такие соединения называют молекулярными канатами. Они заведомо отличаются большой прочностью, и, если ученые разработают методы их эффективного синтеза, они могут стать альтернативой нанотрубкам.



Здесь уместно заметить, что полиротаксаны отличаются от других полимеров не только красотой и необычностью молекул. Классический полимер организуется в пространстве как эллипсоид — так называемый гауссовый клубок, а когда мы имеем дело с полиротаксанами, то расстояния между звеньями в клубке сильно увеличиваются.



Это приводит к существенному изменению физических свойств материала: вязкости, температуры стеклования, жесткости, растворимости, эластичности.

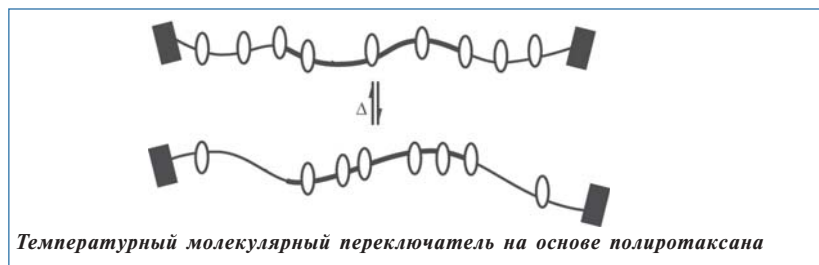
Часто говорят, что XX век был веком полимеров, поскольку они во многом заменили материалы, которыми человек пользовался с древнейших времен: стекло, дерево, металлы. Свойства полимеров универсальны: одни прочнее стали, другие эластичны как резина, третьи термостойки, но их потенциал еще не исчерпан — ученые продолжают синтезировать все новые материалы. Как и в случае с обычными полимерами, свойствами супрамолекулярных можно управлять, меняя их состав. Некоторым полиротаксанам уже нашлось применение. Российские ученые установили, что при образовании полиротаксана изменяются и координационные свойства краун-эфира, следовательно, таким образом можно влиять на селективность захвата кольцом определенных ионов металлов. Молекулярные ожерелья, например, пытаются использовать для очистки соединений в лабораторных условиях.

Но все же пока эти красивые структуры в большей степени интересны именно для фундаментальной науки. Ведь важно понять механизм самосборки, то, как происходит этот процесс. Нанизывание макроциклов на цепь, о котором упоминалось выше, — это только первая стадия самоорганизации молекул. На второй стадии происходит кристаллизация молекулярных ожерелий, при которой комплексы включения располагаются строго определенным образом. Есть еще и третья стадия самоорганизации, когда отдельные кристаллы слипаются и формируют ориентированный осадок. Все это предстоит досконально изучить.

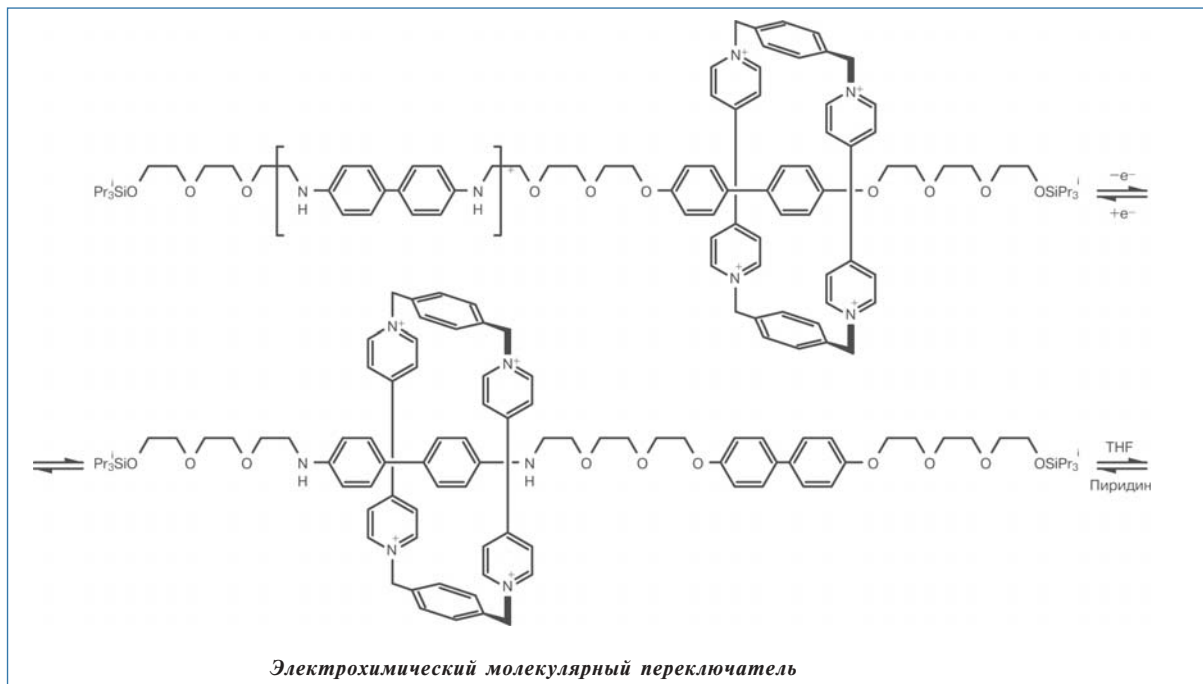
Нельзя не сказать еще о двух возможных применениях полиротаксанов. Первое — это использование их как носителей лекарств. Взаимодействие таких полиротаксанов с клетками крови изучено довольно подробно и установлено, например, что оксипропиленовые полиротаксаны влияют на некоторые свойства мембран. Уже сделаны первые попытки включить в полициклодекстрины теофиллин и инсулин.

Второе применение — это конечно же супрамолекулярные устройства и переключатели. Ротаксаны удобны в этом плане, поскольку можно легко контролировать их молекулярный порядок, то есть пространственное расположение их составляющих. Вводя в молекулы ротаксанов фото-, электро- или ионоактивные группы, можно переносить энергию, электроны или ионы, а также передавать сигналы или хранить информацию.

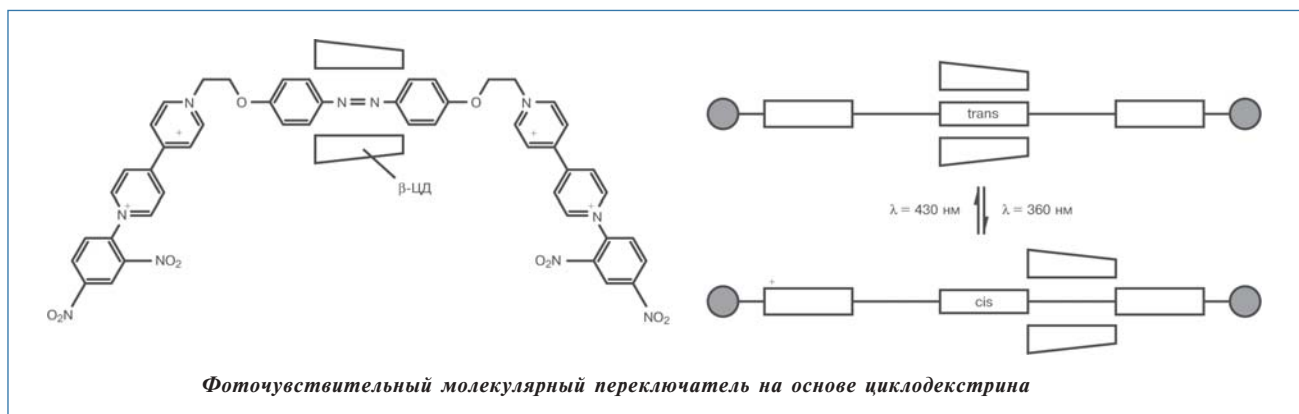
Например, синтезированы температурные молекулярные переключатели на основе циклодекстринов и блок-сополимеров. При комнатной температуре молекулы циклодекстринов распределены равномерно по всем участкам полимерной цепи, а при нагревании циклические фрагменты локализуются на звеньях полипропиленоксида. При этом также меняется растворимость полимера.



Примером электрохимического молекулярного переключателя может быть полимер, содержащий дипиридинные группы в виде больших колец, нанизанных на цепь. Эти макроциклы перемещаются по цепи в тот момент, когда происходит окислительно-восстановительная реакция.



Фотоактивный молекулярный переключатель работает под действием УФ-излучения, вызывающего переход азобензольного фрагмента (центрального фрагмента на рисунке) из транс- в цис-конформацию. В результате циклодекстриновые кольца (на рисунке трапеции) перемещаются по цепи. При облучении видимым светом система возвращается в исходное состояние.



Подобных примеров уже довольно много, поэтому следующим шагом будет не только изучение работы этих устройств как моделей биологических процессов, но и введение таких элементов в состав более крупных организованных молекулярных ансамблей. А после этого — создание химических машин и развитие химической информатики.



Разные разности

Выпуск подготовили
Е. Сутоцкая,
А. Тугунов

Источники:
PhysicsWeb, BBC
News, University of
Michigan, Springer
Science Business Media,
News@nature.com

Ученые из Кембриджского университета много лет наблюдали за дикими сурикатами в Южной Африке. Эти небольшие хищные зверьки живут в очень сухих местах, группами по сорок особей и больше. В основном это родственники доминирующей пары, которая производит основную часть потомства. Но в группе есть и другие взрослые — воспитатели. «Они постепенно знакомят молодняк с живой дичью», — рассказал автор исследования А. Торнтон. — Когда щенки еще маленькие, им приносят мертвую добычу, например скорпионов, ящериц и пауков, а когда они начинают взрослеть — то обездвиженную, но живую, причем у скорпионов перед этим откусывают жало.

В конце концов, когда молодые сурикаты становятся практически самостоятельными, им дают живую добычу, и они должны сами с нею управиться. Похоже, в какой-то момент щенки начинают питаться по-другому, и взрослые-воспитатели понимают, что с ними нужно обходиться не так, как раньше.

Действительно ли обучение помогает молодым обращаться с опасными скорпионами? Торнтон с коллегами наблюдали за тремя группами детенышей из одного помета. В течение четырех дней первой предлагали живого скорпиона без жала, другой подбрасывали мертвого скорпиона, а третью — контрольную — кормили вареными яйцами. Те, кому довелось потренироваться на живом скорпионе, справились с заданием успешнее.

«Сурикатам трудно обучать молодежь, но, мне кажется, выгода превышает затраты. Молодежь должна учиться, как поступать с некоторыми видами добычи, иначе им не выжить», — говорит Торнтон. Обучением, конечно, занимаются не только сурикаты, оно свойственно многим животным.



Восточная Сахара по площади сравнима с Западной Европой — более двух миллионов квадратных километров. Сегодня она практически необитаема, здесь нет людей и почти не встречаются животные. Это дает уникальный шанс заглянуть в прошлое, считают С. Кропелин и Р. Купер из Кёльнского университета. Объектом их изучения стали места археологических раскопок в Египте, Судане, Ливии и Чаде.

Оказалось, что 14–13 тысяч лет назад в этом регионе стояла великая сушь. Но 10,5 тысяч лет назад сюда пришли дожди, климат стал напоминать муссонный. За водой с юга последовали люди, которые селились по берегам рек и озер. Они занимались охотой и собирательством, кочуя вслед за дождями.

Со временем жизнь обитателей пустыни становилась все более оседлой, они завели первых домашних животных, начали успешно осваивать гончарное ремесло. Так как периоды дождей чередовались с засухой, приходилось делать запасы продуктов. По мнению ученых, эти ключевые элементы жизни племен Центральной и Южной Африки пришли именно из Сахары.

Шесть тысяч лет назад Сахара внезапно вновь высохла. Ее жителям пришлось перебираться в долину Нила и другие области африканского континента, где до той поры поселений человека не было вовсе. Люди принесли с собой свои знания и навыки, которые стали достоянием остальной части Африки.

Эмболизация кровеносного сосуда, то есть закупорка сгустком крови или газовым пузырьком, может принести немало бед. Однако иногда врачи специально устраивают ее, чтобы перекрыть доступ крови к опухоли. Для этого в подходящие к ней сосуды катетером вводят сгусток крови или особый гель, что очень непросто.

Новый, более удобный метод эмболизации разработали сотрудники Мичиганского университета. Сначала пациенту внутренне вводят капсулы с жидким перфторуглеродом. Они настолько малы, что не оседают в кровеносных сосудах, а наблюдать за их перемещением можно с помощью ультразвука. Когда капсулы достигают места назначения, их разрушают более мощным ультразвуковым сигналом. Перфторуглерод выбрасывается наружу, вскипает и образует пузырек газа, который почти в 125 раз больше капсулы. Его диаметр значительно превышает диаметр кровеносного сосуда, а потому пузырек вытягивается и превращается в хорошую затычку. По словам исследователей, два-три таких пузырька практически полностью перекрывают приток крови, а без нее опухоль погибает.

При таком методе воздействие на организм намного меньше, а точность и безопасность, напротив, возрастают. Важную роль здесь играет состояние самого сосуда — он должен быть достаточно гибким, иначе пузырьки повредят его.

Новая технология может найти применение при лечении, например, рака почек или гепатоцеллюлярной карциномы — наиболее распространенной формы рака печени, которая уносит ежегодно больше миллиона жизней.

Считается, что ультразвуковое обследование при беременности вполне безопасно для плода. Однако сотрудники Йельской медицинской школы в Нью-Хейвене (США) убедились, что у мышинных эмбрионов ультразвук изменяет поведение нервных клеток.

Нейроны в мозгу эмбриона рождаются в глубине коры, а затем ползут к ее внешним слоям. Образуется несколько параллельных пластов, каждый из которых выполняет свои функции, помогая взаимодействовать разным областям мозга. Особенно важны они для памяти, речи и других процессов, которыми руководит кора. Алкоголь, кокаин или вирусные инфекции нарушают миграцию нейронов, что сказывается затем на поведении.

Подкрасив нейроны мышинного эмбриона, ученые наблюдали за перемещением клеток в конце беременности после ультразвуковых сеансов продолжительностью от пяти минут до семи часов. Оказалось, что при длительности процедуры полчаса и более не все нервные клетки достигали цели путешествия, некоторые задерживались во внутренних слоях коры или даже в соседнем белом веществе. Чем дольше продолжался сеанс, тем больше было таких клеток, сбившихся с пути. Однако подобные нарушения, хотя и менее выраженные, обнаружались и у тех грызунов, что не подвергались УЗ-обследованию, а только прошли подготовку к нему.

Биологи не утверждают, что ультразвук повреждает мозг человеческого плода, который при обследованиях не облучают так долго, как мышат в опытах. И все же у них есть подозрения, что УЗ-сканирование иногда приводит к появлению на свет левши или проблемам с речью в будущем. Ученые не спешат с выводами, но советуют избегать длительного сканирования — своего рода видеосъемки еще не родившегося малыша.



Люди бессильны перед вулканами и до сих пор не научились достоверно предсказывать их извержения, а потому предлагают для этого новые методы. Сотрудники Университета Катаньи и итальянского Национального института ядерной физики считают, что хорошим подспорьем может стать озвучивание сейсмограмм огнедышащих гор. Подобный метод представления сложной информации использовали астрономы, когда анализировали столкновение кометы Шумахера—Леви с Юпитером в 1994 году.

Вулканы не похожи друг на друга, но ученые надеются обнаружить общие черты в их мелодиях. Для начала авторы занялись своей ближайшей соседкой — Этной. Они взяли ее сейсмограмму — графическую запись активности, где зафиксированы интенсивность и длительность сейсмических волн. На этой кривой отметили пики и впадины, перенесли их на нотную бумагу и с помощью специально разработанного программного обеспечения привели им в соответствие ноты. Цифровой синтезатор проиграл готовую мелодию. Объем информации при этом был настолько велик, что один компьютер не мог с ним справиться, и пришлось воспользоваться сетью машин; часть их находилась в Европе, другая — в Латинской Америке.

В записях «симфонии» Этны удалось выделить несколько интересных участков, которые, возможно, помогут при прогнозах. Новый объект исследования — эквадорский вулкан Тунгураха, его извержение началось этой весной.



Миллионы лет назад в огромных австралийских ледяных озерах плавали большие хищные рептилии. Их останки недавно нашли в опаловых рудниках недалеко от городка Кубер-Педи на юге Австралии. Это были представители двух новых видов плезиозавров — вымерших пресмыкающихся отряда зауроптеригий, которые появились на заре юрского периода и исчезли с лица Земли 65 миллионов лет назад.

Один из них — *Umoonasaurus demoscyllus*, длиной около 2,4 м, с гребнем на голове. По словам Б.Киара из Университета Аделаиды, у него были компактное тело с четырьмя плавниками, умеренно длинная шея, маленькая голова и короткий хвост. Второе животное — *Opallionectes andamookaensis* — покрупнее, почти 5 м в длину, с мелкими похожими на иголки зубами.

Останки состоят из опала. Когда-то кислые грунтовые воды растворили кости рептилий, оказавшиеся в породе, а потом этот минерал заполнил образовавшееся пустое пространство. Полностью сохранились череп и несколько скелетов *Umoonasaurus demoscyllus*, а также часть скелета *Opallionectes andamookaensis*.

Предполагается, что все эти особи — подростки, следовательно, на расположенном здесь 115 миллионов лет назад озере рептилии занимались выведением и воспитанием потомства. Вообще плезиозавры обитали в море, но для размножения перебирались в неглубокие внутренние водоемы. Питались они рыбой и моллюсками.

Тогда в Австралии было гораздо холоднее, чем сейчас, так что озера и реки в ней зимой замерзали. Но рептилии приспособились к холодам. Возможно, им удавалось ускорить обмен веществ.



Сотрудники Висконсинского университета (Мэдисон, США) научились делать миниатюрные линзы для измерения кислотности среды. Капельку воды окружает кольцо из гидрогеля толщиной в миллиметр, которое реагирует на температуру и кислотность окружающей среды: сжимается или расширяется. То же происходит и с находящейся в нем каплей. В результате изменяется фокусное расстояние водяной линзы. Эта конструкция помещается между стеклянными крышками с мельчайшими каналами, через которые исследуемая жидкость просачивается внутрь и действует на кольцо.

Линзы с переменным фокусным расстоянием — не новость, но до сих пор их применяли главным образом в оптике. Теперь созданное американскими учеными устройство можно использовать в качестве мини-датчиков. Пока они не очень чувствительны: замечают только большие перепады температур (10–20 градусов) или изменение уровня кислотности с кислого на щелочной.

Авторы планируют также разработать гидрогели, которые будут реагировать на белки и соли в организме. Линзы можно уменьшить до микроскопических размеров и собирать в матрицы, чтобы одновременно наблюдать за большим количеством веществ в любом образце. А можно, напротив, делать более крупные экземпляры, где изменение кривизны заметно невооруженным глазом. Такая линза, например, могла бы реагировать на специфический белок в образце крови.





Художник С. Дергачев

Гвоздь в башке



ЗДОРОВЬЕ

Причина мигрени – в спазме сосудов головного мозга и последующем расширении внешних артерий головы. Эту гипотезу, выдвинутую больше пятидесяти лет назад, казалось, полностью подтвердил успех новых препаратов (эрготамина и различных триптанов), созданных как раз для того, чтобы устранить сосудистую причину. Однако с начала 90-х годов прошлого века новые факты перестали укладываться в стройную теорию. У Питера Годсби, профессора Института нервных болезней (Лондон), который изучает мигрень, есть свой взгляд на природу этого недуга.

Головные боли бывают практически у всех, но не всякая головная боль – мигрень. Тем не менее это заболевание очень распространено в развитых странах. Считается, что им страдают 580 миллионов человек, среди которых 12–15% взрослых, причем женщин в три раза больше, чем мужчин. Истинных масштабов не знает никто, поскольку больше половины людей, страдающих этим заболеванием, не обращаются к врачу.

А между тем мигрень – мучительное заболевание, которое надолго выводит людей из рабочего состояния. Ею страдали многие знаменитости, и она стала причиной многих открытий.

Вообще, головные боли можно поделить на два типа: первичные, когда боль в голове – единственная аномалия, и вторичные, спровоцированные патологическими процессами, такими, как опухоли мозга, инфекции, мозговые кровоизлияния. Мигрень считают первичным заболеванием.

Однако головная боль – только один из симптомов мигрени, хотя именно он причиняет наибольшее беспокойство. Боль может приходиться одна, без неврологических изменений, что и бывает примерно у 80% пациентов. Эту форму Международное общество по изучению головных болей называет простой мигренью. Среди больных простой мигренью 90% чувствует тошноту и у 50% дело доходит до рвоты. У большинства появляется светобоязнь и звукобоязнь, у некоторых нарушается равновесие и зрение.

Другая форма, которой страдают 15%, – так называемая мигрень с провождением, или с аурой. Аура – это совокупность неврологических

симптомов, таких, как вспышки света, слепые пятна, онемение или покалывание конечностей и лица, мышечная слабость и пр. Есть и другие, более редкие типы мигрени, которые случаются у 5% больных.

Симптомы мигрени описаны хорошо и подробно, чего не скажешь о механизме развития болезни. Почему она появляется? Каковы ее последствия? Как ее лечить? В последние десять лет были предложены новые ответы на эти вопросы, но окончательных по-прежнему нет.

Сосудистая теория

Первый раз объяснение этому недугу попытались дать в XIX веке: мозговая дисфункция. Гипотезу выдвинули два английских невропатолога, сэр Уильям Гоуерс и Джон Хаглинг Джексон. В 1870-х годах английский врач Эдвард Лайвинг описывал мигрень как невралгический приступ. А к середине XX века получила признание сосудистая теория. В ее пользу говорили два аргумента. Во-первых, выяснилось, что приступ мигрени эффективно прекращают сосудосуживающие препараты, полученные из алкалоидов спорыньи, – производные эрготамина. Во-вторых, к середине века в Нью-Йорке невропатолог Гарольд Вольф наблюдал у некоторых пациентов расширение сосудов головы во время острого приступа. Вывод напрашивался сам собой: эрготамин сужает расширенные сосуды. Так родилась сосудистая теория.

В 1948 году Вольф высказал гипотезу, согласно которой аура в мигренях появляется потому, что происходит

спазм и снижается мозговое кровообращение. А причина боли, которая часто имеет пульсирующий характер, кроется в последующем компенсаторном расширении экстракраниальных артерий. Дело в том, что сонная артерия разветвляется на две: внутри- и внечерепную. Поскольку внутричерепная артерия и капилляры сужаются и их проходимость остается сниженной, происходит сброс крови через внечерепную артерию, которая из-за перегрузки расширяется. Логично получилось, что эрготамин снимает боль, поскольку вызывает сужение расширенных сосудов. Кроме того, теория элегантно объясняла, почему большинство пациентов испытывают именно пульсирующую боль.

Тем временем медики подбрасывали все новые факты в пользу сосудистой теории. В середине 1980-х годов Патрик Хэмфри и его коллеги из Глазго синтезировали новое лекарство – суматриптан, которое успешно снимало приступы мигрени и давало меньше побочных эффектов, чем эрготамин. Исследователи знали, что эрготамин не только сужает участки артериовенозных шунтов в лобно-височной части головы – как раз там, где у больных что-то невыносимо пульсирует, – но и вызывает сужение всех сосудов организма. Отсюда нежелательные побочные эффекты. Чтобы избавиться от недостатков, ученые исследовали механизм действия эрготамина. Он действует опосредованно – частично блокирует определенные рецепторы серотонина, который постоянно выбрасывают наши тромбоциты.

Собственно, именно серотонин провоцирует первоначальное сужение сосудов, в ответ на которое потом возникает болезненное расширение (см. «Химию и жизнь», 2000, № 3). А если серотониновые рецепторы заблокировать, то, значит, и голова не заболит. Впрочем, без серотонина тоже не обойтись, ведь это нейромедиатор всех стрессовых ситуаций и усиленной умственной работы. Его выработке способствуют шоколад, сыр и цитрусовые

– именно эти продукты противоположны людям, страдающим мигренью.

Новый препарат суматриптан действовал только на некоторые рецепторы серотонина (на те же, что эрготамин), но почти не затрагивал остальные. Таким образом, антимигренозный эффект сохранялся, зато многочисленные побочные эффекты эрготамина были меньше. Затем была синтезирована целая серия различных «триптанов», действительно помогающих при приступах мигрени, и сосудистая теория еще раз подтвердилась.

Сосудистая теория продержалась до начала 90-х годов по многим причинам. И прежде всего потому, что если уже известна причина, то, казалось бы, и нечего к этому возвращаться. Если всем ясно, что Земля плоская, зачем ее исследовать дальше?

Нестыковки

Сомнения появились в начале 80-х годов. Йес Ольсен и его команда в Копенгагене изучали мозг пациента, страдающего мигренью с аурой, то есть с неврологическими проявлениями. Сверхчувствительными приборами ученые проверяли кровоток в мозгу исключительно для того, чтобы подтвердить идею Вольфа. Они действительно констатировали, что кровообращение уменьшается во время ауры – в точности так, как ожидали. Но вместо того, чтобы увидеть положенное расширение сосудов, когда уже началась боль, они обнаружили, что сниженное кровообращение продолжается еще как минимум 30 минут во время болезненных ощущений. Эти же данные через какое-то время подтвердил М.Кертер из Бостона. В общем, оказалось, что рефлекторное расширение сосудов

имеет весьма опосредованное отношение к боли.

Позднее тот же Ольсен с коллегами обнаружил, что суматриптан буквально через несколько минут после приема вызывал сужение наружных сосудов головы – тех, которые якобы вызывают сильную боль. А на самом деле боль у пациента прошла гораздо позже. Вдобавок сосудистая теория игнорирует тот факт, что у одного из троих страдающих мигренью боль не имеет пульсирующего характера и далеко не у всех пациентов во время приступа было зафиксировано расширение сосудов.

Сегодня уже известно, что такое же расширение артерии, какое происходит у некоторых больных мигренью во время приступа, наблюдают и при других первичных заболеваниях. Это очень важно, поскольку ровно то же самое происходит у подопытных, у которых головную боль специально вызвали инъекцией капсаицина (алкалоида жгучего красного перца). Значит, любая головная боль может сопровождаться расширением сосудов – это не специфический признак мигрени.

Каков же тогда механизм действия эрготамина и триптанов? Ведь если причина не в сосудах, а эти препараты эффективны, значит, они действуют на что-то еще!

Неврологическая гипотеза

В 1990 году группа Майка Московича в Бостоне провела серию опытов, чтобы выяснить – не действуют ли суматриптан и эрготамин на нервные окончания, которыми щедро окружены сосуды головы. Оказалось, что действуют, и не только на нервные оконча-

ния, но и на тройничный нерв. Например, воспалительная реакция сосудов в мозговой оболочке, спровоцированная стимуляцией тройничного нерва, хорошо блокируется триптанами и эрготамином. Целая серия скрупулезно выполненных опытов подтвердила, что наблюдаемые факты можно объяснить только одним способом: эти препараты действуют на нервные окончания, а не на сосуды.

До начала 1990-х годов считалось, что триптан и эрготамин не проникают в мозг, поскольку не могут преодолеть гематоэнцефалический барьер. Тем не менее прямое измерение обнаружило их в мозгу подопытных животных после внутривенной инъекции. Их нашли в области ядра тройничного нерва, откуда расходятся все сигналы о боли, и в околососудистом сером веществе, где модулируются болевые импульсы, приходящие с периферии. Родилась так называемая тригемино-сосудистая теория (ее название происходит от латинского *trigeminus* – тройничный нерв и *vascularis* – сосудистый). Она утверждает, что поскольку экстракраниальные артерии – те, которые расширяются при приступе, – окружены нервными окончаниями и вплотную прилегают к ветвям тройничного нерва, то именно это и дает болевой синдром.

Потом в лаборатории Питера Годсби доказали, и это подтвердили другие исследователи, что триптан угнетает активность нейронов тройничного нерва. Получалось, что эрготамин и триптан действуют в трех направлениях: на сосуды, на периферическую нервную систему и ядра тройничного нерва. Становилось понятно, что ученые еще далеки от понимания проблемы.

Есть ли у вас мигрень?

Эти критерии выработаны в 1988 году Международным обществом по изучению головной боли и приняты в большинстве стран. Они помогут вам понять, страдаете ли вы мигренями.

1. Вы можете утверждать, что у вас мигрень без ауры, если голова у вас болела не меньше пяти раз. При этом:

- приступы без лечения длятся от 4 до 82 часов;
- боль имеет как минимум два признака из следующих: локализуется в одной части головы, чаще в правой, носит пульсирующий характер, боль умеренная или сильная, даже небольшая физическая нагрузка ее усиливает;
- приступ сопровождается тошнотой или рвотой, шумо- или светобоязнью.

2. Вы можете считать, что у вас мигрень с аурой, если у вас было несколько приступов с тремя отличительными особенностями (опять же надо убедиться, что нет сопутствующего заболевания):

- полностью обратимые симптомы ауры (один или более);
- симптом ауры развивается на протяжении более 4 минут, и, если их несколько, они возникают последовательно один за другим;
- ни один симптом ауры не продолжается дольше 60 минут, а если их больше одного, то длительность ауры пропорционально увеличивается;
- голова начинает болеть вслед за аурой, но не позже чем через 60 минут.



Но если лечение помогает, то, казалось бы, зачем искать источник боли? Затем, что без понимания точного механизма заболевания очень трудно лечить. А главное — нет движения вперед. Например, как узнать, действительно ли надо воздействовать на сосуды, чтобы прекратить приступ? Это вопрос важный, поскольку эрготамин и триптаны, которые используют сегодня, все-таки действуют не только на сосуды головного мозга, но и на сосуды сердца (пусть и в небольшой степени). Соответственно есть большая группа пациентов, которые не могут принимать эти препараты.

Совсем другой подход

Мы уже убедились, что рассмотренные теории мигрени объясняют далеко не все. Список «необъясненного» можно легко расширить. Например, у пожилых людей или детей бывает аура и остальные симптомы мигрени, но без боли. Аура может сопровождать и другие заболевания, значит, она присуща не только мигрени. Кроме того, иногда приступ начинается за восемь часов или даже за сутки до собственно боли. Меняется настроение, начинается зевота, возникает ощущение напряженности в затылке или рассеивается внимание — все это говорит об изменениях, происходящих в мозгу задолго до болевого синдрома. И это происходит при всех мигренях — с аурой и без.

Питер Годсби, очень давно изучающий мигрень, предлагает посмотреть на все с другой точки зрения. Мигрень — это не только головная боль. Это комплексное мозговое нарушение, которое сопровождается множеством симптомов: пациенты становятся сверхчувствительными к свету, шуму и запахам, а часто и к малейшему движению головой; им трудно сосредоточиться; иногда немного нарушается равновесие, кружится голова. Уже упоминавшийся английский невропатолог Джон Хаглинг Джексон назвал мигрень формой сенсорной эпилепсии — может быть, потому, что оба заболевания проявляются только во время приступов,

без всяких аномалий в промежутках. Впрочем, по мнению П.Годсби даже если мигрень не эпилепсия, она гораздо ближе к такому заболеванию, чем к любому сосудистому.

Светобоязнь — одна из отличительных особенностей мигрени. Тем не менее больной отлично знает, что свет неяркий и с глазами у него все в порядке. Точно так же при звукобоязни один больной не думает, что окружающий мир стал звучать как-то иначе. Исследование электрической активности мозга между приступами показывает, что эти больные плохо адаптируются к раздражителям, то есть им плохо удается «не замечать» повторяющиеся сигналы. А во время приступа видно, что активируются области мозга, отвечающие за обработку сенсорных сигналов, в частности за внимание и концентрацию.

Мозг выработал очень четкие механизмы для восприятия окружающего мира. Он упорядочивает сигналы, приходящие от периферических нейронов, отделяя нужную информацию от шума. А если мы рассмотрим мигрень как нарушение этой синхронизации, когда свет, звук и запахи вызывают ненормальную активность мозга? Но почему тогда боль бывает пульсирующей? Может быть, гиперчувствительные пациенты просто начинают слышать, как кровь пульсирует у них в сосудах, так же, как полутьма кажется им ярким светом? А может быть, вообще нет никакого периферического источника боли в классическом смысле слова, а есть лишь нарушение в восприятии всей чувственной информации. Мозг больше не в состоянии фильтровать сигналы, и, как во время эпилепсии, начинаются судороги всех органов чувств.

Эта гипотеза профессора лондонской клиники П.Годсби вполне согласуется с известными фактами, но, если смотреть на заболевание с этой точки зрения, придется полностью поменять стратегию лечения.

Подготовила **В.В.Благутина**

Другие средства, кроме ГИЛЬОТИНЫ

Большинство страдальцев к врачу не ходят, а пытаются справиться сами, принимая различные анальгетики — аспирин, парацетамол и пр. Но с каждым разом они помогают все меньше, и, кроме того, у них есть побочные эффекты. Конечно, с появлением различных триптанов у многих больных началась новая жизнь. Эти таблетки приносят явное облегчение больше 80% пациентов. Побочные эффекты они вызывают редко, но триптаны противопоказаны людям с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Ничего кардинально нового в лечении мигрени сегодня пока нет. Правда, на конференциях обсуждают инъекции ботулотоксина, он же ботокс, который применяют в косметических клиниках для разглаживания морщин. У некоторых больных после такой инъекции действительно наступило длительное улучшение. Однако научных публикаций на эту тему практически нет, и совершенно непонятно, сколько ботулотоксина нужно вводить. Этот небезопасный метод обсуждается только потому, что ученые продолжают искать именно способы лечения мигрени, ведь триптаны — только симптоматическое средство, снимающее криз.

Тем временем врачи прибегают к эмпирическим методам, стараясь подобрать каждому больному что-то свое. Причем у каждой клинической школы есть любимые препараты и их комбинации. Чтобы сделать приступы более редкими, врачи назначают дигидроэрготамин, бета-блокаторы, антидепрессанты и нестероидные противовоспалительные препараты. Хорошим дополнением для некоторых пациентов становятся сеансы расслабления или акупунктуры.

Клиницисты возлагают надежду и на новые препараты. Есть данные, что некоторые противозепилептические средства помогают от мигрени (по данным профессора П.Годсби, улучшение наступает у 70% больных). Поэтому сегодня как минимум две большие фармацевтические компании занимаются адаптацией этих небезопасных препаратов для лечения мигрени и разработкой новых с похожим действием. Возможно, что уже через несколько лет они появятся на рынке.

Ударим белокопытником по аллергии и мигрени

*По осени, по осени в душе — ни сна, ни просины,
Предчувствие готового тернового венца,
А по воде разбросана, распластана, разостлана
Плывет трава нордосмия, и нету ей конца.*

Зоя Журавлева

Медики знают немало курьезов, когда одна болезнь или лекарство от нее помогли от совсем иного заболевания. В истории с профилактикой мигрени есть целых два таких случая. Во-первых, косметологи обнаружили, что их пациентки, страдающие мигренью, после процедур с анестезирующим лидокаиновым кремом или с микроинъекциями ботулинового токсина испытывали явное облегчение. А во-вторых, клиенты центров красоты могут освободиться от головной боли и при альтернативном способе «омолаживания» — хирургическом подтягивании кожи на лице. Возможно, лекарство от аллергии, которое добывают из белокопытника, окажется еще одним препаратом подобного «двойного действия», а вместе с прерывающими приступ триптанами станет долгожданным спасителем миллионов людей.

Столь привлекательное качество этому растению придают сесквитерпены — петасины. Впрочем, белокопытник можно выращивать на своих сотках не для добычи ценных терпенов, а просто так, для созерцания.

Пирролизидиновая семейка

В былые годы головную боль, надо думать, белокопытником не лечили, ему отводили более важную роль — спасение от чумы. Наверяд ли эти корешки в самом деле помогали при чуме, однако названия сохранились: наше «чумный корень» или немецкое «Pestwurz». Английское «butterbur» вроде бы пошло оттого, что в большие листья белокопытника было принято заворачивать масло. Научное название рода белокопытников — *Petasites* — латынь унаследовала от греков: этими листьями они прикрывали головы от солнца (*petasos* — широкополая шляпа).

Белокопытники входят в группу (трибу) крестовника (*Senecio*) семейства астровых (сложноцветных). Латинские имена здесь приведены отнюдь не из-за педантизма: по традиции названия химических соединений связаны с объектами, из которых они впервые были выделены. Ядовитые пирролизидиновые алкалоиды (ПА) с характерными названиями (например, гелиотрин из гелиотропа, сенеционин из крестовника) — яркая черта представителей этой трибы (о ПА см. «Химиио

и жизнь», 2001, № 7—8). Впрочем, ее представители порой похожи друг на друга не только биохимически, но и внешне: некоторые виды белокопытника столь напоминают мать-и-мачеху (род *Tussilago*), что ботаники долго не могли разобраться в их систематике. Эту историю в общих чертах можно представить так. Оба рода — *Petasites* и *Tussilago* — Карл Линней сформировал одновременно (1753—1754) и к *Tussilago* отнес четыре растения. В 1833 году Ф.Хукер ввел еще одно название: *Nardosmia*, но принципиальных отличий описанных им растений оказалось недостаточно, чтобы новый род состоялся. Вскоре, в 1845 году, «нордосмия» становится синонимом «петаситес», однако до сих пор это слово часто используют для обозначения различных белокопытников, главным образом растущих на севере. Сегодня род *Tussilago* включает только один вид — собственно мать-и-мачеху, остальные 20 видов отнесены к *Petasites*.

У нас в средней полосе распространен белокопытник, почему-то называемый ненастоящим, дословно ложным — *Petasites spurius*. Его заросли можно встретить, например, по берегам



Оки под Пушино. Он, как и мать-и-мачеха, цветет, не распуская листьев, сразу после таяния снега. Но вот именно цветками они и отличаются — у белокопытников отдельные светло-желтые корзиночки собраны в свечи-соцветия (рис.1), которые могут быть пирамидальными или округлыми. Когда пойдут листья, ложный белокопытник по виду превратится в огромную мать-и-мачеху (рис.2): в диаметре его листья достигают полуметра и растут на метровых черешках. Мои приятели, побывавшие с катамараном на притоках Печоры — Подчереме, Щугоре, Вангыре, засвидетельствовали, что и там белокопытник водится в изобилии. Но это скорее тот самый *Petasites (Nardosmia) frigida*, то есть северный белокопытник, холодный. (Его же часто называют «нордосмией» — через «о».) Дальневосточный же вид — белокопытник широкий (*Petasites amplus*) — одна из самых больших в мире трав: его листья похожи уже не на шляпы, а на зонты, а высота черешков превышает полтора метра. Однако в словаре Даля царь-травой именуется другой вид: белокопытник гибридный (*Petasites hybridus*), он же лекарственный (*Petasites*



1
Ранней весной
появляются соцветия
белокопытника,
а летом —
гигантские листья

officinalis). Его отличают сиреневые соцветия. Фитотерапевты издавна используют его листья и корни как потогонное, отхаркивающее и противовоспалительное средство.

Целебных веществ в мать-и-мачехе и белокопытнике содержится немало, но помимо них есть и ядовитые ПА. Более того, считается, что эти алкалоиды стали причиной нескольких смертельных случаев при использовании сборов с участием мать-и-мачехи, и в ЕС такие сборы запрещены. Как же быть? Либо выводить растение без

2

Хотя мать-и-мачеха (слева) и похожа на белокопытник, эти растения принадлежат к разным родам



ядовитых алкалоидов, либо совершенствовать методы экстракции целебных веществ. Определенного успеха добились сотрудники Института фармакогнозии Венского университета. Они нашли клон мать-и-мачехи, листья которого вообще не содержат ПА. Его назвали *Tussilago farfara* «Wien». Методом клеточной культуры это растение удалось развести и получить достаточно материала для его воспроизведения. Швейцарская компания «Целлер АГ» также вывела сорт гибридного белокопытника «PETZELL» (Petasin + Zeller), отличающегося низким содержанием ПА. Он был зарегистрирован в 1997 году и послужил основой для разработки уникального препарата. Однако



прежде чем рассказать о новых применениях белокопытника, придется сделать отступление.

Издержки цивилизации

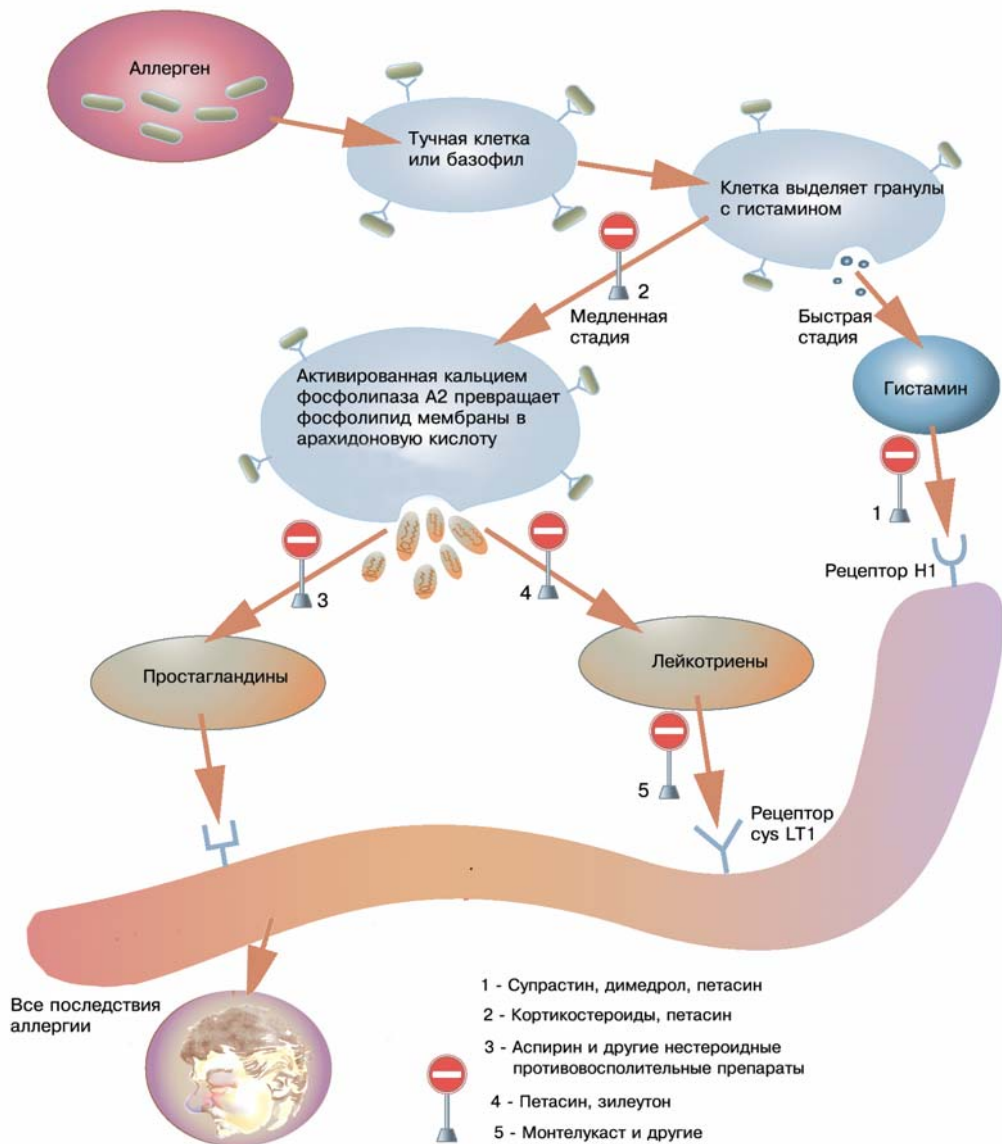
Там, где жить стали лучше, болеть (аллергией и мигренью) стали чаще. Термин «аллергия», происходящий от греческого *allos* — «другое действие», ввел австрийский педиатр Клеменс фон Пирке (тот самый, который предложил диагностическую пробу на туберкулез, ныне известную как реакция Пирке) в 1906 году; тогда аллергией страдало всего 1—2% населения. Сейчас — до 30%. Гигиеническая, точнее, «антигигиеническая» гипотеза объясняет это тем, что в развитых странах младенец слишком хорошо изолирован от вирусных, бактериальных и паразитарных инвазий, поэтому его иммунная система не получает должной тренировки. Впоследствии неправильно сформированный иммунитет неадекватно реагирует на вполне безобидные вещества, которые содержатся в шерсти домашних животных, экскрементах тараканов и бытовых клещей, цветочной пыльце и пыли.

Развитие аллергического воспаления (рис. 3) выглядит как разветвленная цепная реакция: аллерген — иммуноглобулин Е (IgE) — гистамин + гормоны (эйкозаноиды) + белковые медиаторы (цитокины). Эти вещества, покинув породившие их клетки, взаимодей-

ствуют с рецепторами других клеток (рис. 4), после чего гладкие мышцы желудочно-кишечного тракта и бронхов сокращаются, кровеносные сосуды расширяются, через их стенки в межклеточное пространство просачиваются лейкоциты и собираются в тех местах, куда попал аллерген, а соответствующие железы начинают вырабатывать слизь. В результате возникает удушье, сердцебиение, поток соплей из носа, слез из глаз, отек или многочисленные волдыри — уж кому какое счастье выпало.

Цепная реакция, которая приводит ко всем этим неприятным последствиям, весьма сложна. В ее развитии можно выделить две стадии. Первая, быстрая, длится около часа, и главную роль тут играет хорошо знакомый всем аллергикам гистамин. Вторая, медленная, растягивается на часы, а основными персонажами становятся клеточные гормоны эйкозаноиды, производные эйкозатетраеновой (арахидоновой) жирной кислоты. Их действие в 100—1000 раз сильнее, чем у гистамина.

Первая стадия начинается с того, что в организм попадает аллерген. После его встречи с одним из лимфоцитов, а именно с помощником клетки-убийцы (Th2-лимфоцитом), начинается каскад реакций, который приводит к синтезу того самого иммуноглобулина IgE. Это вещество, с одной стороны, обладает способностью связываться со специальными лейкоцитами: тучными клетками, которые находятся в соединительной ткани, и обитающими в крови базофилами. А с другой стороны, лимфоциты специально его создали для того, чтобы присоединяться к аллергену. В результате тот, столкнувшись с осевшей на поверхности лейкоцита молекулой IgE, соединяется с ней. И если аллерген устроен так, что может проделать это не с одной молекулой IgE, а хотя бы с двумя, то последует продолжение реакции: лейкоциты активизируются и выделяют наружу запасенные заранее гранулы со всевозможными веществами. В их число входят, например, серотонин, гепарин (уменьшает свертываемость крови), триптаза (активирует разложение белков), хемоаттрактанты (привлекают к месту развития событий других лейкоцитов) и гистамин. Этот последний связывается с рецепторами других клеток, вызывая перечисленные выше аллерги-



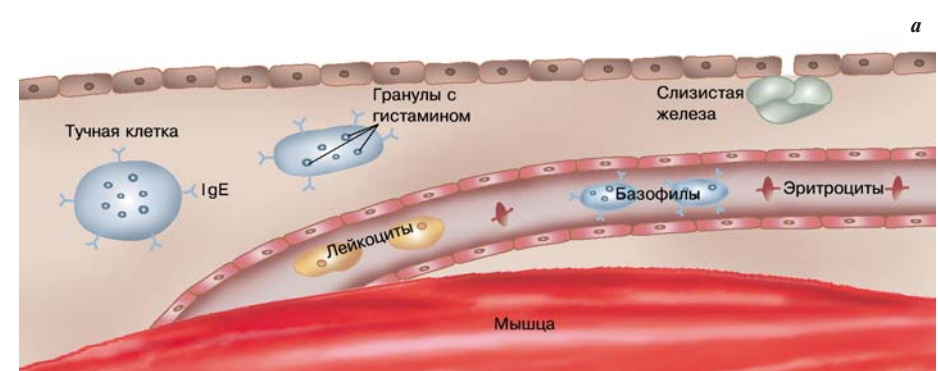
3
Так развивается реакция организма на аллерген

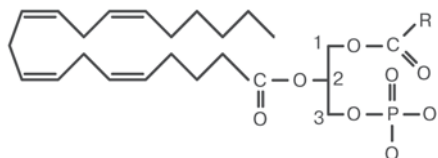
ческие ужасы. Заканчивается первая стадия вместе с запасом гранул.

Однако гистамином действие не ограничивается. Еще не закончили выходить из клетки содержащие его гранулы, а уже началась вторая стадия. Во время нее тучная клетка или базофил отправляет наружу иные гранулы — они

заполнены эйкозаноидами. Запускает эту стадию повышение внутри лейкоцита концентрации ионов кальция: они активируют возникающий в цитоплазме фермент — фосфолипазу A2. Та начинает разрушать мембрану клетки, извлекая из нее арахидоновую кислоту, и дальнейшее ее превращение может идти по

4
С появлением аллергена в размеренной жизни клеток (а) начинается сущий бедлам (б). В лейкоцитах идут каскады реакций, их активные продукты выбиравются на свободу и действуют на рецепторы других клеток

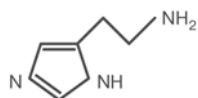




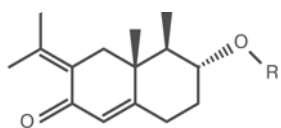
В фосфолипидах, как и в жире, ненасыщенные кислоты занимают среднее положение в молекуле глицерина, отсюда и двойка в индексе фосфолипазы



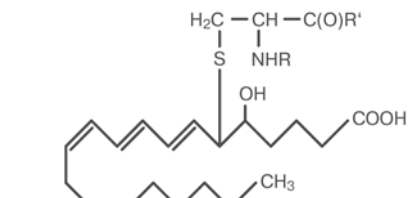
Арахидоновая кислота



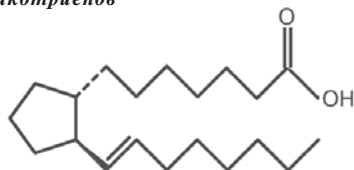
Гистамин



Петасин



Принципиальная схема цистеиновых лейкотриенов



Углеродный каркас простагландинов

Так выглядят многочисленные участники реакции на аллерген: и те, что действуют на рецепторы клеток, вызывая всевозможные неприятные последствия, и те, из кого они синтезируются. А победить их всех может один-единственный петасин, который способен и рецепторы заблокировать, и синтезу помешать

двум направлениям. Одно дает линейные эйкозаноиды лейкотриены (они нам понадобятся для дальнейшего повествования), а другое (только в тучных клетках) приводит к синтезу циклических эйкозаноидов группы простагландина. Большая часть действия и тех и других на организм схожа: расширение сосудов, повышение проницаемости капилляров, отек тканей, сужение коронарных артерий, бронхоспазм, легочная гипертензия. Кроме того, один из циклических эйкозаноидов, тромбоксан, способствует свертываемости крови.

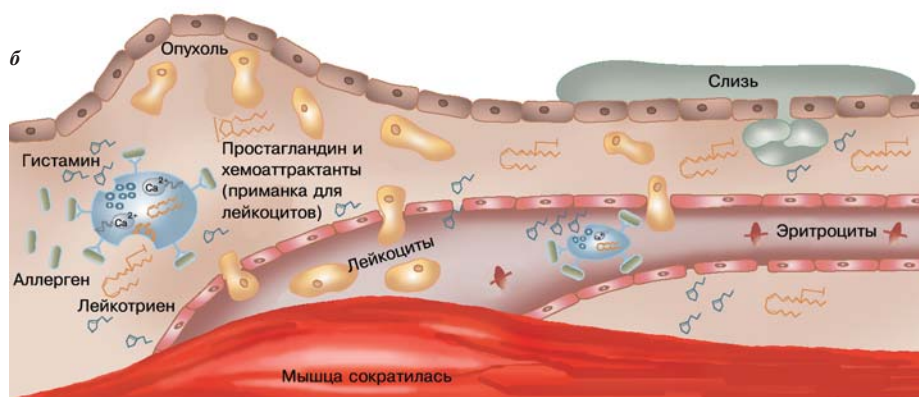
В результате действия всех этих многочисленных веществ и получается воспаление. Ему можно помешать, если заблокировать какое-либо звено. Это, например, делают кортикостероиды, способные полностью подавить фосфолипазу A2, чем и определяется их мощное противовоспалительное дей-

ствие. Что касается многочисленных антиаллергенных и антиагматических препаратов, то они, как правило, блокируют клеточные рецепторы, на которые действуют гистамин (H1, H2) и цистеиновые лейкотриены (cysLT1).

Кстати, в состав яда змей и насекомых входят уже активированные и к тому же токсичные фосфолипазы A2; попав в организм жертвы, они, минуя первую стадию, сразу вызывают всплеск образования эйкозаноидов и воспаление.

Аптечка пациента

Мигрень болеют в два раза реже, чем аллергией, — до 15% населения. Средняя продолжительность жизни человека увеличилась, но мигрень может омрачить года три, приходящиеся на приступы. Заболевание это сложное, и никакие простые модели



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

здесь не работают. Принятые схемы развития приступа учитывают в большем или меньшем объеме сосудистую и нейрогенную составляющие, но к моделям мы обращаться не станем, помощи от них будет мало.

Единственная группа препаратов, разработанная целенаправленно для борьбы с мигренью, появилась лишь в конце XX века — триптаны (о них рассказано в предыдущей статье этого номера. — Примеч. ред.). По мнению лечащей стороны, они совершили революцию в терапии мигрени. Для другой же стороны (страдательной) было бы лучше, если бы революция случилась в ее профилактике, то есть чтобы голова не начинала болеть вовсе. Однако хорошей схемы профилактического лечения пока что нет.

До появления триптанов с приступами мигрени, как и с прочей болью, пытались бороться, зачастую безуспешно, обычными противовоспалительными средствами, например тем же аспирином. Казалось бы, только в этом случае мигрень может иметь что-то общее с аллергией, а именно с «аспириновой» астмой. Аспирин блокирует превращение арахидоновой кислоты в циклические эйкозаноиды, зато из неизрасходованного сырья получается дополнительное количество лейкотриенов. Они-то и могут вызвать приступ астмы, подробности развития которой для повествования несущественны.

Однако уже в новом веке оказалось, что мигрень и аллергия все-таки связаны друг с другом: в 2001 году был выдан патент (WO 0021536 или US 6194432) на способ лечения мигрени противоаллергическими препаратами. Как сказано в патенте, помог случай: заметили, что в ходе лечения аллергии отступала иногда и мигрень. Например, при специально спланированном испытании препарата монтелукаста — антагониста лейкотриеновых cysLT1-рецепторов — облегчение при мигрени получила половина испытуемых. (Для нас небезынтересно, что окончание «-лукаст» в названиях препаратов этой группы, начинающихся с «вер-, пран-, зафир-, цина-», на самом деле представляет собой сокра-



щение от L(e)uk(otriene anti)as(thmatic receptor antagonis)t.) В итоге формально запатентовано право на дополнительную информацию, которая может быть размещена на вкладышах, прилагаемых к упаковке антилейкотриеновых препаратов. Из нее врачи и пациенты узнают, как принимать эти средства не только при аллергии, но и при мигрени. Очевидно, экспертиза признала новизну и нетривиальность нового применения вещества, которое не дает лейкотриенам связываться с клетками различных тканей.

Три в одном

Вот теперь и настал черед белокопытника. Противовоспалительные и противоаллергические свойства отдельных компонентов белокопытника первыми обнаружили японские исследователи, которые занимались *Petasites japonicus Maxim.* Немногим позже (1990-е годы) в Швейцарии европейские энтузиасты-профессионалы в разных областях науки собрались в неформальную группу по изучению этих веществ. Андреас Шаповал, один из участников этого «Белокопытник-клуба», впоследствии стал президентом Швейцарской академии медицины и этики. И не случайно именно компания «Целлер АГ», которая поддерживает энтузиастов, — признанный лидер в коммерциализации экстрактов белокопытника.

Действующее начало белокопытника — петасины (петасин, изопетасин и неопетасин). Это эфиры терпеновых спиртов и обычно ангеликовой кислоты. Понятно, что препараты должны быть свободны от ядовитых примесей. Компания «Целлер АГ» использует для очистки свой запатентованный способ экстракции петасинов белокопытника углекислотой в сверхкритических условиях. Поскольку при этом извлекаются преимущественно гидрофобные компоненты, содержание ПА в экстракте составляет всего 0,05 мг/кг. К сожалению, сделать такую безвредную настойку в домашних условиях нельзя, да и в лаборатории непросто: для гаран-

тии качества нужно уметь находить в продукте ничтожные количества ядовитых примесей.

Опытный препарат ZE339 из «PETZELL» для больных астмой и сенной лихорадкой быстро прошел клинические испытания. Сейчас помимо «Целлер АГ» сертифицированные экстракты белокопытника под названиями вроде «Butterbur» или «Peta...» с окончаниями -dolor, -dalex, -force выпускают компании ФРГ и США. Препараты действуют мягко, побочных эффектов почти не бывает. У аллергологов и без того хороший выбор средств, но изготовители экстракта, очевидно, играют на предубеждении части больных к разной синтетической «химии». Теперь у них появятся и другие клиенты — страдающие мигренью.

Первое сообщение об испытании экстракта белокопытника в профилактике мигрени опубликовали в 2001 году Вернер Гроссманн и Ганс Шмитдрамсл из Мюнхенского госпиталя. Авторы использовали готовый препарат от аллергии — петадалекс. В испытании участвовало 60 человек, и у 36 из них сократились число и продолжительность приступов, причем препарат оказался особенно эффективным в тяжелых случаях. Никаких побочных действий ни у кого не было отмечено. Подобных результатов для курса профилактики с единственным препаратом (впрочем, как и с несколькими) не известно. Позже результаты подтвердили и в США. Таким образом, это уже второй пример (после монтелукаста с компанией), когда одно и то же средство оказывается действенным как против аллергии, так и против мигрени. То, что современные модели мигрени не объясняют подобные совпадения, потребителей, очевидно, не смутит. Так или иначе, в Западной Европе и Северной Америке 60—75% больных уже получили простой способ добавить к своей активной, полноценной жизни еще несколько лет.

Ноу-хау для экстракта

Петасин и неопетасин — всего лишь стереоизомеры, однако первый от-

личается от второго и от изопетасина по характеру биологической активности. Это явствует из биохимических исследований, выполненных доктором Гансом Уве Симоном и его коллегами из «Белокопытник-клуба». Данные, полученные как в опытах на морских свинках, так и с участием людей, свидетельствуют, что петасин (и только он из всех трех компонентов экстракта) способен действовать одновременно по трем направлениям. Во-первых, он блокирует гистаминовые H1-рецепторы. А во-вторых и в-третьих, тормозит синтез лейкотриенов.

Дело в том, что активность фосфолипазы A2, которая обеспечивает поставку арахидоновой кислоты — сырья для этого синтеза, зависит от концентрации кальция внутри клетки. Здесь то и проявляется второе действие петасина: он не позволяет ей повышаться в ходе воспалительной реакции. Третье же связано с дальнейшим превращением арахидоновой кислоты, когда в дело вступает 5-липооксигеназа: петасин мешает переносу этого фермента к кислоте.

Получается, что экстракт белокопытника вовсе не подпадает под ограничение патента WO 0021536: он подавляет образование лейкотриенов, а не отключает их рецепторы. Это должно привлечь к нему внимание фармацевтов, для которых патентная чистота — залог успешной работы. Природа, как искусный провизор, собрала в белокопытнике соединения, которые могут предотвращать развитие воспалительной реакции, вот только ядовитые пирролизидиновые алкалоиды здесь совсем ни к чему. Надо думать, интерес к белокопытнику будет расти, и, вполне возможно, кто-нибудь найдет его сорт, свободный от ядовитых алкалоидов.



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

Полный электронный архив



Дорогие друзья! Напоминаем вам, что научно-популярный журнал «Химия и жизнь» к своему сорокалетию выпустил полный электронный архив. Это уникальное издание: все номера с 1965 по 2004 год были отсканированы, текст распознан, и все объединено в базу данных. Архив «Химии и жизни» — это более 50 000 страниц, рассказывающих о современной науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Электронный архив дает возможность поиска по ключевым словам и смысловым конструкциям. Он выпущен в двух видах — на 4 CD и 1 DVD. Какой лучше взять, зависит от вашего компьютера. Предупреждаем: архив защищен от копирования, можно переписывать только отдельные статьи и рисунки, но не весь диск. Стоимость — 1200 рублей с учетом доставки. Узнать подробности и заказать архив можно на сайте журнала www.hij.ru и по телефону (495) 267-54-18.

Реактивы и химикаты
Особо чистые растворители
собственного производства

Лабораторные приборы и оборудование,
лабораторная посуда

Аналитические приборы и
расходные материалы для
хроматографии и спектроскопии

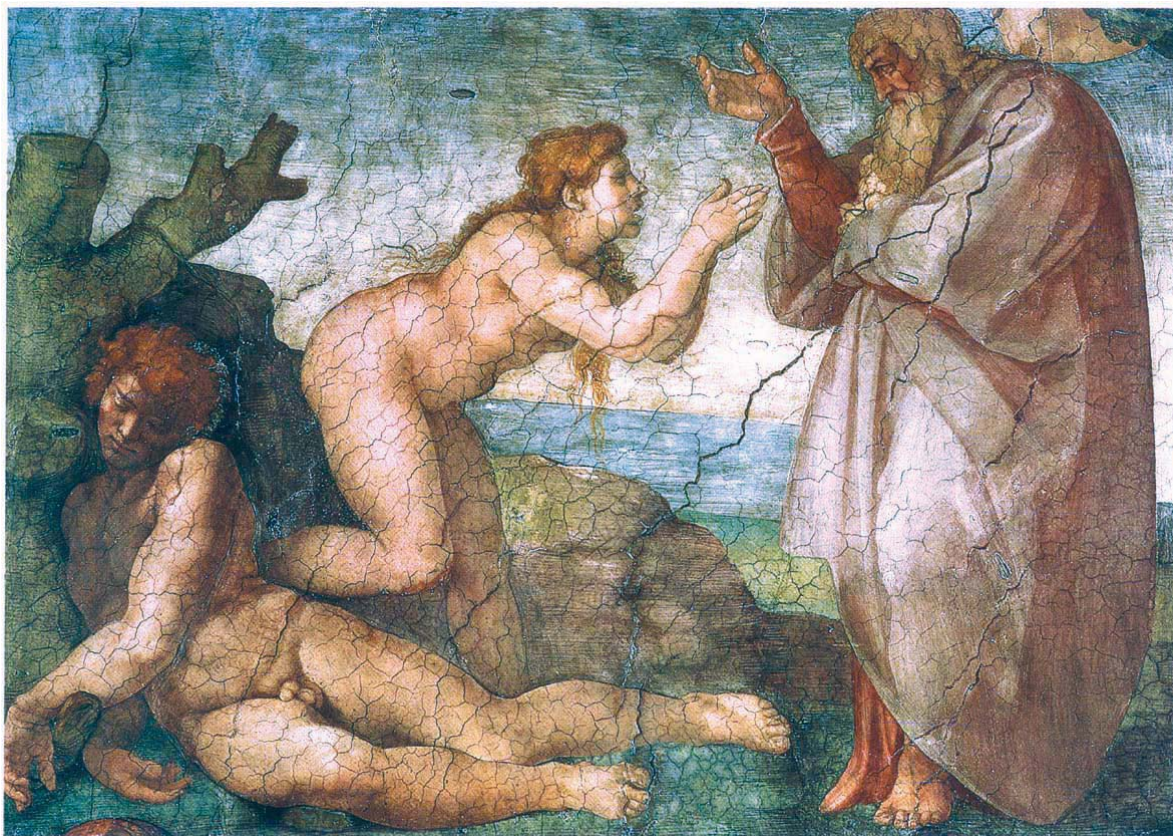
Субстанции и вспомогательная химия
для фармацевтики, ветеринарии
и пищевой промышленности
Биохимия и клиническая химия

Бытовая и автомобильная химия
Радиационная безопасность

Тел.: (495) 728-4192, 777-8495, факс: (495) 728-4192
E-mail: mail@chimmed.ru <http://www.chimmed.ru>
115230, Москва, Каширское ш., д. 9, корп. 3

Ребро Адама

Доктор биологических наук,
профессор
К.А.Ефетов



1
Микеланджело.
«Сотворение
Евы». 1510 год.
Фреска плафона
Сикстинской
капеллы в Риме

Сколько ребер у мужчины?

Один из отцов церкви, Августин Блаженный (354–430), говорил: «Если бы Бог назначил женщине быть госпожой мужчины, он сотворил бы ее из головы, если бы — рабой, то сотворил бы из ноги; но так как он назначил ей быть подругой и равной мужчине, то сотворил из ребра».

В Ветхом Завете, во второй главе Книги Бытия, написано следующее: «И навел Господь Бог на человека крепкий сон; и, когда он уснул, взял одно из ребр его, и закрыл то место плотью». (Это событие отражено на знаменитой фреске Микеланджело, рис. 1.) Авторитет Библии был высок, и в Европе долгое время считалось, что у мужчины должно быть на одно ребро меньше, чем у женщины.

Опроверг это мнение родоначальник научной анатомии Андрей Везалий (рис. 2) только в XVI веке. Но как трудно далось это открытие! Вскрытие трупов во времена Везалия считалось тяжким грехом. Ученый ночью с опасностью для жизни взбирался на виселицы, снимал по-

вешенных, расчленил трупы и прятал фрагменты тела в придорожных кустах, а затем по частям приносил останки домой для анатомирования. Он подкупал кладбищенских сторожей, чтобы те разрешили ему откапывать покойников, а если денег не было, вскрывал могилы тайком, за что сторожа не раз его избивали. Исследовав множество трупов, Везалий обнаружил, что у мужчины и женщины одинаковое количество ребер: по 12 с каждой стороны. Этот революционный по тем временам вывод звучал богохульством. В своем труде «О строении человеческого тела» великий анатом писал: «Мнение, будто мужчины на одной стороне лишены какого-то ребра и женщина в числе ребер превосходит мужчину на одно ребро, совершенно смешно, хотя Моисей сохранил предание, будто Ева создана Богом из ребра Адама».

Взгляды Везалия настолько ниспровергали суждения всех предшествовавших авторитетов, что от него отрекся даже его учитель, Якоб Сильвий, который обратился к императо-

ру с доносом, требовавшим покарать Везалия: «Я умоляю Цезарское Величество, чтобы он жестоко побил и вообще обуздал это чудовище невежества, неблагодарности, наглости, пагубнейший образец нечестия, рожденное и воспитанное в его доме, как это чудовище того заслуживает, чтобы своим чумным дыханием оно не отравляло Европу...» Дело кончилось тем, что испанская инквизиция обвинила Везалия в том, что, препарировав труп, он якобы зарезал живого человека, и приговорила его к смертной казни. В конце концов казнь была заменена предписанием отправиться в Палестину к святым местам для искупления грехов. Во время этого путешествия Везалий и умер при невыясненных обстоятельствах. Великий ученый своей жизнью заплатил за научную истину, которую он подарил неблагодарному человечеству.

Так что же имелось в виду в Ветхом Завете, если не ребро?

Чтобы ответить на этот вопрос, попытаемся вспомнить, чем же отличается женщина от мужчины. Нет,

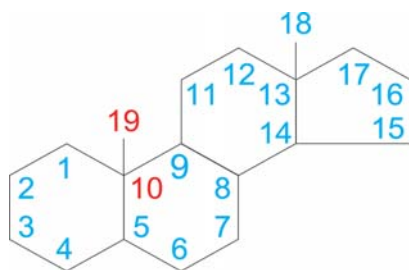


2
 Андрей Везалий
 (1514–1564)

нет, о морфологии позже. Давайте вначале поговорим о половых гормонах.

Два парадокса половых гормонов

Половые гормоны — это вещества стероидной природы, производные циклопентанпергидрофенантрена. Чтобы не было путаницы, ученые разработали нумерацию атомов углерода в этих веществах (рис. 3). Обратим на нее внимание, так как она нам еще понадобится.



3
 Нумерация атомов углерода
 в стероидных соединениях

В синтезе половых гормонов есть две особенности, которые поначалу кажутся парадоксами. Первый парадокс заключается в том, что и мужчины и женщины синтезируют и мужские и женские половые гормоны. А то, какие вторичные половые признаки возобладают, зависит лишь от шаткого количественного соотношения этих веществ. Половые гормоны синтезируются не только в половых железах, семенниках и яичниках, но и в коре надпочечников. Причем во всех вышеперечисленных железах синтезируются и мужские и женские половые гормоны, независимо от пола. Просто у мужчин в семенниках синтезируется больше мужских, а у женщин в яичниках — больше женских гормонов.

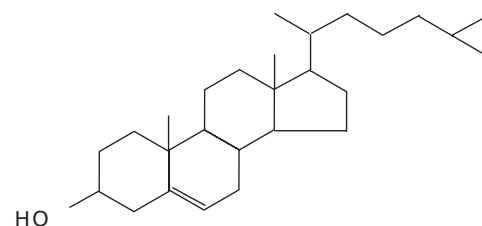
Мужские половые гормоны получили название «андрогены» от греческого слова *andros*, что значит «мужчина». Женские половые гормоны называются «эстрогены», от *oistros*, что в переводе с греческого — «страстное влечение». Женщины любят жаловаться, что мужчины к ним пристают. На самом деле влечение женщин к мужчинам не меньше, а может, даже больше, что отражено в названии «дамских» гормонов. Как говорится в известном анекдоте, после Октябрьской революции 1917 года большевики обнаружили, что под двумя рядом стоящими монастырями, мужским и женским, шло строительство подземного хода — со стороны мужского монастыря в сторону женского, и наоборот. Революция прервала эти работы, и два участка туннеля так и не соединились. Но вот что интересно: длина хода, прорытого монашками, оказалась в два раза больше, чем выкопанного мужчинами. Дамы обычно говорят, что этот факт свидетельствует о гораздо большем трудолюбии женщин, с чем, конечно, нельзя не согласиться. Но все-таки не будем забывать и о «страстном влечении».

В отношении половых гормонов наша жизнь — это как игра двух команд в хоккей. Вначале безоговорочно побеждает одна, но затем с поля

удаляют несколько игроков сильной команды, и успех игры начинает смещаться в сторону другой. Когда с возрастом увядает функция половых желез и они, естественно, синтезируют все меньше и меньше гормонов, характерных для своего пола (это равносильно удалению игроков с поля), кора надпочечников продолжает синтезировать и андрогены и эстрогены. При этом удельный вес гормонов противоположного пола начинает возрастать. Поэтому в старости у мужчин могут появляться вторичные женские половые признаки (например, увеличение молочных желез), а у женщин — мужские (например, рост усов и бороды). Снова как в анекдоте. Встречаются двое знакомых, один говорит другому, указывая на мужчину в толпе: «Посмотри на того мужика. Если бы не усы, вылитая моя теща». Второй удивляется: «Так у него же нет усов». — «А у моей тещи есть!»

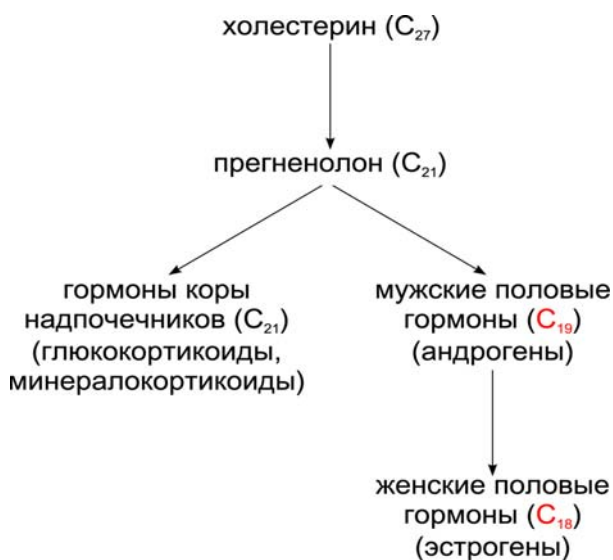
Услышав этот анекдот, биохимик сразу скажет: «Теща — пожилая женщина. Увеличение с возрастом доли мужских половых гормонов привело к росту волос по мужскому типу. Понаучному это называется гирсутизм».

Второй парадокс половых гормонов заключается в пути их метаболизма. Мы синтезируем половые гормоны из холестерина (рис. 4), из того самого,



4
 Структурная формула холестерина

которого так боятся люди, обвиняя его в том, что он способствует развитию атеросклероза. Так или иначе, без холестерина ни один человек не состоит ни как мужчина, ни как женщина. Из него образуется универсальный предшественник всех стероидных



5
Пути синтеза стероидных гормонов
(в скобках указано число углеродных атомов)



6
Превращение андрогена в эстроген

гормонов — прегненолон (рис. 5). Здесь находится биохимическая развилка. Дальше могут образовываться или гормоны коры надпочечников (глюкокортикоиды и минералокортикоиды), или половые гормоны. Так вот, и мужчина, и женщина вначале синтезируют мужские половые гормоны, в молекуле которых 19 углеродных атомов, а затем, отрывая метильную группу в десятом положении (рис. 6), превращают андрогены в женские половые гормоны, содержащие только 18 атомов углерода. Таким образом, любая женщина творит свое женское начало из мужского, усердно отрывая метильные группы от андрогенов.

Мужчина или женщина?

Пол человека определяется хромосомным набором. Все здоровые люди имеют в каждой соматической клетке по 46 хромосом, две из которых называются половыми. Мужчина и женщина различаются только одной половой хромосомой. Если у тебя две X-хромосомы (XX) — ты женщина, если одна X и одна Y (XY) — мужчина. К слову сказать, не у всех биологических видов дело обстоит так. У кур, например, все наоборот.

Для появления признаков, соответствующих своему полу, иметь правильный хромосомный набор недостаточно. Нужно еще, чтобы генетическая программа была верно реализована. Вот для этого и существуют вещества, регулирующие биосинтез белка, — половые гормоны. А что будет, если они не смогут выполнять

свою функцию? Ясный ответ на этот вопрос можно получить, рассмотрев одну очень интересную болезнь. Она называется тестикулярная феминизация, или синдром Морриса. Эта патология была впервые описана в 1817 году, но термин «тестикулярная феминизация» ввел только в 1953 году Дж.М.Моррис.

Что же представляют собой люди, страдающие синдромом Морриса? Если очень кратко — это мужчины, у которых нет матки (что неудивительно), но есть влагалище. Это наследственное заболевание вызвано наличием дефектного рецессивного гена AR (от английского androgen receptor), расположенного в X-хромосоме. Поэтому заболевание сцеплено с полом и передается так же, как и гемофилия, — от матери к сыну. Причина симптомов — отсутствие в тканях рецепторов, узнающих мужские половые гормоны. Это приводит к нечувствительности периферических тканей организма к действию андрогенов. В результате особь с мужскими половыми железами (семенниками) имеет внешние признаки женщины, потому что чувствительность периферических тканей к эстрогенам сохраняется. А так как в клетках набор хромосом мужской, то синдром Морриса можно охарактеризовать как наследственный вариант мужского псевдогермафродитизма. А теперь подробнее о проявлениях этого состояния.

Люди с синдромом Морриса — это высокие, стройные, физически сильные, очень красивые женщины с сильной волей и высоким интеллект-

том. Без преувеличения можно сказать, что это сверхженщины. Как уже было отмечено, у них нет матки, но есть укороченное, слепо заканчивающееся влагалище. При полном синдроме Морриса наружные половые органы имеют типичное женское строение. Поэтому при рождении ребенок идентифицируется как девочка и, естественно, так и воспитывается родителями. Семенники могут находиться в брюшной полости, и тогда при осмотре обнаружить их невозможно. Но в некоторых случаях они могут располагаться в больших половых губах или прощупываться как небольшие паховые грыжи. При половом созревании формируются хорошо развитые молочные железы.

И растет такая девочка родителям на радость: красавица, умница, отличница. Повзрослев, она испытывает нормальное для женщин влечение к противоположному полу, а так как половые органы женские, она способна к полноценному сексу с мужчинами. Настораживает только отсутствие месячных. Девушка выходит замуж, но забеременеть не может (матки-то нет), и семейная пара в связи с бесплодием рано или поздно попадает на прием в генетическую консультацию. Врач, осмотрев мужа и жену, сделав исследования, просит мужа зайти к нему в кабинет и сообщает: «Очень жаль, но детей у вас не будет, так как вы женаты на мужчине...»

Теперь давайте поговорим о другом. Откуда у больных с синдромом Морриса высокий интеллект и сильная воля? На этот вопрос ответил выдающийся отечественный генетик



Титульный лист
сочинения
А. Везалия

Владимир Павлович Эфроимсон (см. «Химию и жизнь», 1995, № 9). Он доказал, что мужские половые гормоны оказывают стимулирующее влияние на нервную систему. А уровень андрогенов у людей с синдромом Морриса выше, чем у обычных мужчин. Это связано с тем, что у последних андрогены фиксируются в периферических тканях, а кроме того, мужчины большое количество половых гормонов выбрасывают со спермой, скажем так, в окружающую среду. А красавицы и умницы с тестикулярной феминизацией не могут сделать этого просто в силу своего анатомического строения. В результате интеллект человека с синдромом Морриса намного выше, чем у среднестатистического мужчины.

Поэтому волевым «женщинам» с дефектным геном AR тесно в рамках женских условностей. Они возглавляют движение слабого пола за равные права с мужчинами (еще бы — они ведь на самом деле мужчины). И когда на экране телевизора в очередной раз появится красивая умная женщина, которая будет страстно убеждать аудиторию, что не женское это дело — каторжные работы на кухне у плиты, не женское дело — рожать детей, то мы должны понимать,

что неплохо бы в данном случае проверить наличие Y-хромосомы.

Частота встречаемости синдрома Морриса относительно высока — один случай на 65 тысяч женщин (искать-то этих мужчин нужно среди женщин!). Раньше, когда на крупных спортивных соревнованиях не делали анализ на половую принадлежность, среди спортсменов количество мужчин с тестикулярной феминизацией достигало одного процента, то есть было в 650 раз выше, чем в человеческой популяции. И это понятно: мужчинам легко ставить женские спортивные рекорды. Интересно, что В.П.Эфроимсон поставил диагноз «синдром Морриса» великой спасительнице Франции — Жанне д'Арк.

Теперь, когда мы знаем, что может натворить неправильное функционирование половых гормонов, давайте более уважительно отнесемся к метильной группе, которая отличает мужчину от женщины.

Ребро Адама

Вернемся к ребру Адама. Пятикнижие Моисея (часть Ветхого Завета, включающая и Книгу Бытия) — это собрание исторических, законодательных и

мифологических текстов, которое, по мнению ученых, сложилось в своем первоначальном виде в XII–X веках до нашей эры. Но описанные исторические события имели место гораздо раньше — в XVII–XIII веках до нашей эры, когда у народов, упомянутых в Пятикнижии, еще не было письменности. Поэтому жрецы и писцы царских канцелярий, записывая тексты, опирались только на фольклорные памятники.

А теперь представим, что носитель высочайшего интеллекта или посланец высокой цивилизации (не будем здесь обсуждать его происхождение — инопланетное или божественное) решил передать часть своих знаний обитателям Земли, которые находились в то время на очень низком уровне развития, и произнес такую фразу: «Женские половые гормоны образуются из мужских путем отрыва метильной группы в десятом положении». Что поймет его слушатель? В лучшем случае три слова: «мужчина», «женщина», «оторвать». А дальше он задумается: «Что можно оторвать у мужчины, чтобы он остался после этого по-прежнему мужчиной? Что можно оторвать, чтобы внешний вид мужчины не изменился?» Примитивные анатомические знания древних людей позволяют остановиться на одном из ребер. Вероятно, так и возник миф о ребре Адама. Это сказание, передаваемое из уст в уста в течение многих веков, было, наконец, зафиксировано в письменном источнике.

Теперь мы можем высказать предположение о том, что было зашифровано в древнем тексте. Женщина была создана из мужчины не в результате отрыва ребра, а в результате отрыва метильной группы в десятом положении!



Кандидат медицинских наук
А.А.Травин

Царь Борис: история и патология



Более десяти лет назад «Химия и жизнь» уже касалась этой темы — судьбы одного из ода-реннейших правителей России, царя Бориса Годунова, причем не столько с исторических, сколько с генетических позиций (1994, № 1). Тогда мы опубликовали сокращенный вариант главы из еще не увидевшей свет книги профессора В.П.Эфроимсона «Генетика гениальности» (она вышла в 2002 году: М., Тайдекс Ко).

Автор нижеследующей статьи использует эти данные, однако тайны восшествия на престол и смерти Годунова расследуются здесь уже более с исторической и медицинской точки зрения.



Горе побежденному, ибо его историю напишет враг.
В.П.Эфроимсон о царе Борисе

Российский самодержец Борис Годунов скончался в возрасте 54 лет, причем довольно скоропостижно. Слово «довольно» здесь обронено не зря, потому что после эпизода, о коем речь ниже, он жил еще в течение суток (или двух, точно не известно).

Итак, в тот день, в апреле 1605 года, в Кремле, в Золотой палате, после официального приема и обеда вместе с гостями, Борис поднялся из-за стола и, едва сделав несколько шагов, задохнулся кашлем, из его горла, носа и ушей хлынула кровь. Сильнейшее кровотечение. Тут же прибывавшие лекари ничем помочь не смогли.

Так ли было в действительности или почти так (или вовсе не так), теперь сказать сложно, потому что историки, в частности Н.М.Карамзин, пользовались летописями, а некоторым из них современная наука не вполне доверяет...

После случившегося царя переносят в его личные покои и там, в течение суток или двух, умирая, он успевает сделать необходимые распоряжения и, главное, благословить своего сына Федора на царствование, в присутствии главных чинов державы и, конечно, патриарха.

Теперь медицинская трактовка — естественно, умозрительная, ибо по вполне понятным причинам мы не располагаем патологоанатомическим заключением.

По одной из версий, царь скончался от удара, то есть, говоря сегодняшним языком, от инсульта. Исключено: инсульт, даже геморрагический, в основе которого кровоизлияние в ткань мозга, подобным внешним массивным (профузным) кровотечением не сопровождается.

Далее. Как известно, в последние годы жизни Годунов страдал тяжелой формой подагры, обменного заболевания, но при подагре такая клиническая картина, тем более ставшая непосредственной причиной смерти, никогда не развивается.

Что остается? Остается многое, и все это — догадки или версии опять же. Упомянем лишь две, наиболее вероятные. Первая: в силу неизвестных нам причин внезапно произошел разрыв крупного сосуда пищевода, и именно вены, ибо если бы то была крупная артерия, царь не прожил бы и двух часов. И наконец, это, не исключено, следствие отравления — то есть яда, который был подмешан Борису в пищу или вино. Подобные яды, действующие именно на стенки сосудов и/или на свертывающую систему крови и тем самым вызывающие обильные кровотечения, известны с древних времен.

Но если все-таки последнее, то были ли причины убивать Бориса Годунова? Вот это и есть главный вопрос, мимо которого пройти невозможно.

Борис Годунов происходил из крупного, но нетитулованного боярства. То есть человек явно не княжеских кровей — «татарин», как о нем презрительно отзывается один из персонажей знаменитой трагедии Пушкина (заметим в скобках: многие из знатных княжеских и боярских фамилий

— это на самом деле потомки ордынских вельмож, посаженные на высокие должности на Руси, — отпрыски межэтнических браков или связей, например Юсуповы, Басмановы, Баскаковы). Тем не менее уже в 1567 году, то есть в шестнадцатилетнем возрасте (!), Борис впервые упомянут в хронике как член Опричного двора. То ли его туда просто приписали, то ли он действительно оказал некие услуги все-сильному ведомству, теперь не известно. Но факт налицо. А дальше — головокружительная карьера.

Годунов возвышается при Иване Грозном в страшные года опричнины. Конечно, этому способствовал брак, причем ох какой брак: девятнадцатилетним, в 1570 году, Борис женится на дочери самого Малюты Скуратова. Но вот важные детали: в злодеяниях опричнины не замечен (а как потом многим хотелось бы!), а кроме того, царь Иван заметно благоволит этому молодому человеку, выслушивая его мнения и даже позволяя ему то, за что других приближенных мог подвергнуть репрессиям. Вот почти невероятный факт: во время ссоры Грозного с сыном Годунов пытался спасти царевича, однако сделать этого не удалось, а сам заступник получил серьезное ранение. Конечно, тут был огромный риск навлечь на себя злобную ненависть сумасшедшего царя, и тем не менее последнего не произошло. Чудеса. К этому событию мы еще вернемся.

Дальше — больше. В 1584 году после смерти Ивана Грозного Годунов, сестра которого Ирина — жена нового царя Федора Иоанновича (еще один ох какой брак!), становится вторым, а вскоре фактически первым лицом государства. Сын Грозного Федор — человек мягкий, добрый, неэнергичный, зависимый от чужих мнений. В общем, не политик. Конечно, после страшных лет правления Грозного — это благо, но царь должен быть если не грозным, то обязательно сильным. Сильным (теневым царем) становится Борис Годунов, которого Федор во всем слушается. Бориса характеризуют как умного, рассудительного и расчетливого, спокойного, но крайне энергичного и деятельного человека. И после смерти бездетного Федора Иоанновича в 1598 году Годунова Земским собором избирают царем, поскольку (ключевой момент, к которому мы тоже обязательно вернемся) младший сын Ивана Грозного Дмитрий еще в 1591 году погиб в Угличе при странных обстоятельствах.

Вот такая почти невероятная карьера. Вчерашний нетитулованный боярин, «татарин», первый нерюрикович становится русским царем, причем вполне легитимно, без всяких заговоров или дворцовых переворотов. Мало того, он отказывался принять царствование, отсиживался в Новодевичьем монастыре и только после многодневных уговоров высших лиц церкви и боярства дал наконец согласие. Хотя, кто знает, может быть, это была только игра? Политиком он был талантливым. Да что там талантливым — гениальным.

Вот теперь в самый раз поговорить об этом последнем, о его гениальности.

Огромный размах деятельности Бориса на благо государства во внутренней и внешней политике просто поражает. Вот факты. Закрепление за Россией новых территорий по течению Волги и в других окраинах, строительство городов и крепостей, а главное — решительное продвижение стра-

ны на юг. Если о средней и нижней Волге, то при Грозном была взята только Казань, а при Годунове Волга стала действительно великой русской рекой, ибо шло целенаправленное строительство и заселение целой цепи городов, в том числе Самары, Царицына и крепости в Астрахани. Конечно, это была активная и успешная колонизаторская политика, но кто из наших царей ею не занимался?

Далее. Построен Яицк (Оренбург) — тем самым за Россией закреплена река Урал и прикрыто от набегов кочевников Нижнее Поволжье; построены и заселены Цивильск, Уржум, Царев (это Черемисия, сразу отошедшая к России), а также Тюмень, Тобольск, Томск, Березов, Сургут и Нарым, что восстановило господство России над Сибирью, утраченное после гибели Ермака. Это стало плацдармом для дальнейшего продвижения на восток, к Тихому океану. Еще: строительство каменной крепости в Смоленске, которая впоследствии сделала этот город главной опорой при ударах с Запада. Еще: строительство целого пояса городов-крепостей на юге, что надежно прикрыло Россию от набегов крымских татар; строительство Воронежа, Оскола, Крома и других городов, восстановление Курска — все это привело к тому, что южная граница страны была отодвинута еще дальше. Сделаем заключение: мягко говоря, немало. А ведь царствовал Годунов всего лишь семь лет!

Но это политика внутренняя, а внешняя? Тонкий, разумный, хитрый дипломат, царь Борис нашел в Европе сильных союзников, в первую очередь в лице Англии. Царя признали как сильного политического партнера, с кем выгодно иметь дело. Поэтому и войны, которые вел Борис (с Польшей, Швецией, Крымом), оказались вполне успешными. А впрочем, обратимся к документам западных историков:

«Это оригинальная личность, воплощение ума и энергии, о котором все современники единодушно отзывались как о человеке исключительно даровитом». «Изумительный человек, с умом сильным и пронзительным... целиком преданный своему делу». «Если в Москве и были даровитые администраторы, то по уму они все же были лишь бледной тенью Бориса». «Во всей стране не было равного ему по уму и мудрости». (Цит. по книге: С.Grunwald. La vraie histoire de Boris Godounov. Paris, Fayard, 1961.)

И еще одна очень существенная деталь, относящаяся, правда, к периоду Ивана Грозного. Говорят про необычайную ловкость, благодаря которой Годунов убедил царя под конец его правления отменить опричнину. Как вы понимаете, стенограмм тех бесед не велось — остались только мнения и слухи, но тем не менее... Сам опричник, зять Малюты, добивался (и, похоже, все-таки добился) искоренения этого зла.

Мы недаром подчеркнули, что громадье дел и свершений царя Бориса было им осуществлено всего за семь лет. Воистину фантастический результат, который не приснился бы впоследствии и Петру I. Откуда такая неумная энергия?

Ответ на этот вопрос уже во второй половине XX века дала наука генетика.

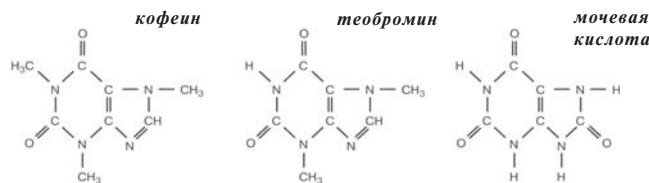
Если помните, мы уже говорили о том, что в течение многих лет Борис Годунов страдал подагрой, причем в последние годы его жизни болезнь приняла тяжелую форму. Так вот, что такое подагра — и не с клинической, а именно биологической точки зрения?

Это (с греческого — «капкан для ног») — врожденное, генетическое нарушение одного из видов обмена веществ, в результате чего — как основа всей дальнейшей клинической картины — развивается гиперурикемия, то есть повышенный уровень мочевой кислоты в крови. Но почему? Ведь известно, что мочевая кислота в норме содержится в крови многих животных, в том числе приматов и человека. Да, так, но вся проблема в концентрации.

Теперь хорошо известно, что у всех животных, кроме приматов, мочевую кислоту, которая образуется в организме,

расщепляет фермент уриказы, и далее продукты распада постепенно выводятся. У приматов (и человека тоже) этого не происходит, поскольку уриказы у них нет и, следовательно, мочевая кислота продолжает постоянно циркулировать в крови. А почему у приматов нет уриказы? Потому что на ранних стадиях антропогенеза произошла мутация, в дальнейшем подхваченная отбором. Зачем?

В середине 50-х годов XX столетия было доказано, что по своей химической структуре и, как следствие, фармакологическому эффекту мочевая кислота очень сходна с кофеином и теоброминном — известными стимуляторами умственной активности. Статья была опубликована в «Nature» (1955), ее



автор, американский ученый Орован (E.Orowan), установил, что мочевая кислота, которая у других млекопитающих расщепляется до аллантаина под действием уриказы, у приматов продолжает циркулировать в крови.

И что? Да то, что возникшая когда-то мутация, которая лишила приматов уриказы и соответственно дала им природный мозговой допинг, стала основой для одного из важных факторов нового этапа эволюции — эволюции, направленной по пути повышения активности мозга. В дальнейшем урикемия у человека — уже норма. Урикемия, но не гиперурикемия, ибо последняя — отклонение от нормы. Вот тут мы подбираемся к главному.

В крови здорового человека содержится около одного грамма мочевой кислоты. Это и есть норма. Но при подагре уровень мочевой кислоты в крови повышен значительно. Причина уже не в естественном для человека отсутствии уриказы, а в мутации некоторых генов-регуляторов, которые и приводят к нарушению стабильности обмена веществ и, как следствие, к повышенной концентрации мочевой кислоты, то есть к гиперурикемии. В ходе хронического течения болезни кристаллы мочевой кислоты постепенно откладываются в тканях, костях, суставах; больные испытывают мучительные боли, их суставы, пораженные артритом, распухают, деформируются, что и приводит к инвалидизации.

Это — одна сторона медали. Но есть и другая ее сторона. Как уже легко догадаться, среди высокоодаренных людей и общепризнанных гениев численность подагриков значительно превышает ожидаемый, то есть характерный для общей популяции, показатель этой болезни. Ведь какой мощный мозговой допинг (естественно, при наличии природной высокой одаренности)! Однако подагра — это крайний вариант, а среди разных народов отмечены люди, уровень мочевой кислоты у которых хоть и был повышен сверх нормы, но еще не настолько, чтобы развилось заболевание. Это так называемое пограничное, предподагрическое состояние. Однако в любом случае — подагра это или предподагрическое состояние — гиперурикемия определяет целеустремленность личности, энергию, исключительную трудоспособность. Такого рода «стимуляция мозга может повышать его деятельность до уровня талантности и гениальности» (В.П.Эфроимсон).

Кстати, о последней ссылке. Она взята из упомянутой выше монографии нашего выдающегося генетика. Чтобы не быть голословным, укажем лишь на несколько имен из огромного списка выявленных им всемирных деятелей, гениальные свершения которых определял гиперурикемический допинг (в числе других базисных, интеллектуальных, факторов, конечно). Это Александр Македонский, Карл Великий, Петрарка, Христофор Колумб, Бетховен, Пушкин — и герой нашего очерка, Борис Годунов. (Список таких лиц, выявленных В.П.Эф-

роимсоном, представлен в его книге 178 историческими персонами.)

Теперь, кажется, вполне ясны биологические истоки невероятной энергии и целеустремленности Годунова.

Согласитесь, очень неплохо с исторической, оценочной позиции: да, тяжелая болезнь, но зато сколько успел сделать этот царь! Так вот, оказалось, напротив, очень плохо, ибо оценка вышла не исторической (реальной), а эмоциональной, иррациональной.

Несмотря на все деяния во благо государства и его населения, Годунова не любили современники (главное, бояре, составившую сильную оппозицию царю, а с их подачи — народ) и, что еще более печально, потомки. Этому способствовали последующие труды таких авторитетов исторической науки, как Щербатов и, конечно, Карамзин, а завершил дело, как и положено, гений Пушкина, который повторил многие нестыковки и алогичность Карамзина (ему, кстати, и посвящена трагедия «Борис Годунов»), но сделал это столь высококонтантивно (образ царя Ирода!), что об исторической правде уже мало кто задумывается. Такое искусство, как у Пушкина, выше исторической правды — ничего не поделаешь (кстати, то же самое случилось с его Сальери; см. статью Б.Кушнера в «Химии и жизни», 2001, № 7–8).

Так почему же, несмотря на массу славных деяний, Бориса не любили его современники и недолюбливают потомки?

Причин две: реальная и мифологическая, легендарная. Но, не будь первой, не соткалась бы зловещая паутина второй.

Немного повременим с ответом на эти вопросы и представим мнение, безусловно ключевое для российской истории.

В труде «История государства Российского» Карамзин посвятил Годунову две главы, которые, по оценочной сути, являют собой разительное противоречие.

Начнем с первой части. Несколько ярких цитат:

«...Сей мудрый правитель, достойно славимый тогда в Европе за свою разумную политику, любовь и просвещение, ревность быть истинным отцом Отечества, — наконец, за благонаравие в жизни общественной и семейственной...»

«В усердной любви к гражданскому образованию Борис превзошел всех...»

«Блестящее царствование Годунова».

Поверьте, это только маленькая выжимка из описания конкретных деяний и хвалебных отзывов Карамзина в его первой главе о Борисе, но и ее вполне достаточно для составления мнения о личности Годунова и его деятельности.

А дальше... дальше, по мере чтения, начинает казаться, что автор второй главы — не тот, кто писал первую. Круто меняются не только оценки, но даже сама лексика.

«Еще спокойный на престоле, Борис дерзнул осквернить своим тщеславием и лицемерием, заставив народ свидетельствовать перед Оком Всевышним о добродетелях убийцы, губителя и хищника!»

Помилуйте, это о ком? О том же царе, который «из первой главы»? Что же такого мерзкого он вдруг сделал? Да ничего не только мерзкого, но и просто непозволительного как государю!

Но это еще далеко не все.

«Достигнув цели, возникнув из ничтожности рабской до высоты самодержца усилиями неутомимыми, хитростью неуспяной, коварством, происками, злодейством...» Согласитесь, не слабо сказано — будто это писал не историк-ученый, а журналист вроде Булгарина.

Далее. Известно, что в период с 1601 по 1603 год в России свирепствовал страшный голод. Тут мы сошлемся на историка В.О.Ключевского: «В 1601 году, едва кончился весенний сев, полили страшные дожди и лили все лето. Полевые работы прекратились. Хлеб не вызревал... а на Успенев день (15 августа. — Примеч. автора) неожиданно ударил крепкий мороз... Наступил трехлетний голод. Царь не жалел казны,

щедро раздаривал в Москве милостыню... Хлебные цены были взбиты на страшную высоту... вздорожали в 30 раз! Царь принимал строгие и решительные меры, запретил винокурение и пивоварение... предписывал обязательные цены и карал тяжкими штрафами тех, кто таил свои запасы».

Карамзин эти факты, спасибо, оценил объективно: «Твердость верховной власти устранила все препятствия, и в 1603 году... снова явилось изобилие, и такое, что четверть хлеба упала ценою от трех рублей до 10 копеек, к восхищению народа».

Однако тут же: «Но Борис не обольстил Россию своими благодеяниями: ибо мысль, для него страшная, господствовала в душах... изливая на бедных щедроты (тут Карамзин цитирует летописца. — Примеч. автора), он в золотой чаше подавал им кровь невинных».

О, вот и явился образ крови, что потом гениально использует Пушкин: «И мальчики кровавые в глазах».

Ладно, вполне достаточно. И все же какое заключение делает Карамзин? Опять же безмерно противоречивое, алогичное: «Бывал тираном: не безумствовал, но злодействовал подобно Иоанну, устраняя совместников или казня недоброжелателей...» Минуточку! Но ведь в первой главе перед нами предстает образ просвещенного царя, умного, незлобного, мудрого, «достойно славимого». Какое там «злодействовал подобно Иоанну», просто поразительно! Поразительно и то, чем Карамзин заканчивает: «Более всех содействовал унижению престола, воссев на нем святоубийцею?»

Обратите внимание на ключевой момент в этой фразе — на знак вопроса в конце. Значит, были у него сомнения, были — в том, что Борис причастен к гибели сына Ивана Грозного царевича Дмитрия! Это мы еще обсудим.

Итак, можно не сомневаться, что Карамзин и сам мучился этими противоречиями. Начал, как говорится, за здравие, а кончил... Почему? Более или менее понятно. Официальный придворный историограф в эпоху Александра I, Карамзин был обязан придерживаться официальной же, явно проромановской трактовки доромановского периода. Что он и сделал, возможно скрепя сердце. А авторитет его был столь значителен, что многие, включая Пушкина, ему поверили, поверили в царя-злодея, царя Ирода, и это перевесило все позитивное, о котором постепенно стали забывать. Вот свидетельство еще одного известного историка той поры — М.П.Погодина: «Я был уверен в невинности Бориса, как был уверен в ней Карамзин во время своей молодости, теперь это убеждение несколько поколебалось». Несколько! А вот у Пушкина оно не поколебалось вовсе. Печально. Хотя трагедия «Борис Годунов» — одно из величайших созданий поэта, но там повторены главные карамзинские противоречия. Однако в самом конце, если помните, Пушкин все-таки поставил свой, именно свой жирный восклицательный знак, выписав всего одной короткой фразой роль народа в этой истории, когда после смерти Бориса и убийства его детей организаторы сего дела потребовали крикнуть «ура» самозванцу: «Народ безмолвствует». Именно так. Это — российская формула на века.



РАССЛЕДОВАНИЕ

Теперь нам осталось ответить на главный вопрос: почему же так не любили (и не любят) царя Бориса, несмотря на его грандиозные деяния?

Причин, как мы уже отметили, две — реальная и мифологическая, легендарная. Начнем с первой.

Борис Годунов — первый нерюрикович на российском престоле, «татарин», к тому же зять Малюты Скуратова, к тому же шурин Федора Иоанновича, сына Ивана Грозного. Это правда. И эта правда всегда была питательной основой для негативного отношения к Борису, в первую очередь со стороны высокородного боярства. Дескать, кто там втерся в доверие к Иоанну? У Пушкина это сказано предельно ясно: «Так, родом он незнатен; мы знатнее... природные князья./ Природные, и Юриковой крови.../ А он умел и страхом и любовью/ И славою народ очаровать».

Любовь, слава и то, что народ очарован Борисом, тут, конечно, несколько выпадают из «оппозиционного контекста», но в целом Пушкин верно выразил суть изначального негативизма боярства: Борис — чужак на престоле; пусть при Грозном было страшно, непредсказуемо, но он — свой все-таки!

Дальше хуже — для высшего боярства, понятно. Во вторую половину краткого царствования Бориса оппозиция (активное противодействие ряда Романовых и некоторых «других неугодных», если по Карамзину) стала для него уже нетерпимой, и не с сугубо личностной, а именно государственной позиции. Начались ссылки, заточения в тюрьмы. Правда? Если верить летописям и писаной истории — да, правда. Какой эмоциональный вывод последовал со стороны боярства? Этот выскочка, «вчерашний раб», избавляется от нас, Юриковичей, «гонением людей знаменитых» (Карамзин)! Да, так. Но вот вопрос: какой самодержец мог долго терпеть активное противодействие своей политике и постоянное недовольство части высшего окружения? Репрессии против них осуществлялись всегда — и во времена Рима, и в ходе российской истории, хоть при Грозном, хоть при воследовавших на престоле Романовых, том же Петре I или Николае I (при последнем, например, казнь пятерых и ссылка в Сибирь 120 дворян-декабристов). Так что тут, в абсолютной монархии, хотим мы того или нет, быть иначе никак не может — увы, все закономерно.

А теперь о главном. Годунова не любили не столько потому, что он был действительно чужаком среди родовитых бояр, сколько за то, что этот чужак проводил чуждую им внешнюю и внутреннюю политику, и не любили с годами все пуще, поскольку эта политика оказывалась действительно успешной.

Чуждым было многое: любовь к просвещению, «пристрастие к иноземцам» (Карамзин). Ну первое — это ладно, хотя в те годы в темной стране — странновато все-таки, а вот второе! Второе свидетельствует о том, что Годунов, говоря сегодняшним языком, был первым российским государем прозападной ориентации. Нет, он никогда не забывал о южной и азиатской сторонах своей политики (недаром, подчинив Сибирь, создал плацдарм для выхода к Тихому океану), но устойчивые и выгодные попытки прорубить окно в Европу, впоследствии осуществленные Петром, были сделаны именно при царе Борисе. Многочисленные иноземные посольства в Москве, взаимовыгодные контракты, союзническая помощь России в ее военных действиях... В общем, повторим: любовь к просвещению и, по Карамзину, «усердная любовь к гражданскому образованию» (вот уж чего прежде не было!), а главное опять же, явное «западничество» Бориса — все это оказалось необычным для России конца XVI — начала XVII века, странным — потому для многих неприемлемым, а то и страшным. И тут еще «размножение казенных домов питейных» — в общем, «порча нравов» (Карамзин, из второй его главы о Годунове). А ведь эти дома питейные — немалый доход в казну, прообраз государственной монополии!

Годунов был первым, а спустя столетие все это, и уже круто, ярко осуществлял Петр I. Его боялись и прощали, поскольку как-никак он был «своим», Романовым, хотя известно, что недовольных царем-реформатором тоже насчитывалось много, и среди знати, и в патриархальной среде России. Расправлялся с ними Петр опять же круто, в том числе с сыном Алексеем, пусть самолично и не приложив руку к его смерти, в отличие от Ивана Грозного.

Еще два важных момента. Годунову ставили в вину отмену так называемого Юрьева дня, когда за неделю до 26 ноября и в последующую неделю крестьяне имели право перейти от одного землевладельца (феодала) к другому. Так вот, отмена этой традиции произошла не в период царствования Бориса (хотя Карамзин указывает, что при нем), а при Федоре Иоанновиче. Впрочем, позволим себе домыслить: случилось это, скорее всего, при активном содействии именно Годунова, наставника слабовольного царя. Кто оказался этим недоволен? Крупные помещики, которые практически лишились возможности переманивать крестьян из мелких владений служивых людей на земли своих вотчин.

Момент второй, очень существенный для внутренней политики Бориса. Царь готовился, да не успел отменить Разрядные книги, по которым на государственные должности (военные, гражданские и придворную службу) назначали людей в соответствии с их разрядами, то есть с учетом местничества (с XV века). То, что Годунов уже был готов отменить Разрядные книги («Не род, а ум поставлю в воеводы» — Пушкин), знали приближенные, соответственно и оппозиция.

Всего сказанного вполне достаточно, чтобы сделать определенный вывод: несмотря на «блестящее царствование Годунова», у немалочисленной части высшего боярства были внутренние основания не любить (а то и ненавидеть) этого выскочку, «татарина», гонителя Романовых, радетеля просвещения и образования, явного западника, но что еще тревожней — покусителя на феодальные устои, когда, не дай-то Бог, отбор во власть, говоря современным языком, будет уже не искусственным, а естественным. По уму.

Повторим: Петру подобные новации прощали (и когда отбор по уму тоже) — прощали, страшась его, но, главное, Петр был «своим». Да и про фактор времени не забудем: ведь целый век пролегал между царствованиями Годунова и Петра.

Поговорив о реалиях, перейдем наконец к мифу. В истории царя Бориса он, миф, к сожалению, не менее значим, чем предыдущее. Если не более.

Психологически тут все предельно ясно и просто. Каким образом оппозиционная часть боярства могла всколыхнуть всеобщее недовольство царем, и это при том, что результаты его деяний, отмеченные нами выше, оставались положительными? Задача трудная лишь на первый взгляд. Потому что надо реанимировать легенду и на ее основе создать устойчивый миф, и именно для народа, а народ — это всегда главный носитель мифа, готовый повернуть туда, куда его, принявшего миф, поворачивают.

И оппозиция возродила легенду о том, будто бы Борис был причастен к гибели царевича Дмитрия, случившейся в Угличе в 1591 году. То есть что он, Борис, — святоубийца, детоубийца. В общем, царь Ирод.

Действительно, после внезапной и странной смерти царевича такое подозрение существовало. Но как одно из нескольких, причем никак не доказанное.

В год кончины Ивана Грозного и воцарения его сына Федора Иоанновича, в 1584 году, младшего потомка Грозного Дмитрия вместе с матерью отправляют в Углич, в тамошний монастырь. Чья на то была воля — еще царя Ивана, нового царя Федора, Годунова? В точности не известно. Формально — царя Ивана.

Проходит семь лет, и царевич внезапно погибает. По опи-

саниям некоторых современников, он «страдал падучею», то есть эпилепсией, и вот однажды, во время игры со сверстниками «в ножички», у него развился припадок, он упал и наткнулся на острие; ранение оказалось смертельным. Это — версия, причем фактически официальная.

Случилось это в царствование Федора Иоанновича, но поскольку многие дела в Кремле и государстве определяло мнение Годунова, то, естественно, кое у кого возникло подозрение, не его ли это умысел. Тем не менее сам Годунов распорядился назначить, как теперь сказали бы, комиссию по расследованию из числа известных бояр (Шуйского и других), и, возвратившись, Шуйский доложил Борису, что все произошло действительно случайно и злого умысла не было (у Пушкина в «Борисе Годунове» этот момент изложен подробно, хотя Шуйский в тайной беседе с Воротынским утверждает, что на самом-то деле все тогда в Угличе было не так и виновен именно Борис; но это уже по Пушкину, а точнее, по Карамзину).

Что ж, предположим, убийство. Была ли у Годунова нужда убирать царевича, тем более больного?

Первое. Это случилось за семь лет до смерти Федора Иоанновича, у которого еще вполне мог родиться наследник престола. Тогда Годунову пришлось бы избавляться и от него? А это, между прочим, сын (или дочь) родной сестры. Не слишком ли? Ну, в принципе не слишком, если иметь в виду всю мировую историю борьбы за верховную власть. Но относится ли это к Годунову? Вряд ли: у нас нет указаний и, значит, никакой уверенности, что еще за семь лет до конца правления царя Федора (тогда человека вполне здорового) у Бориса действительно созрела мысль о восхождении на царский престол.

Второе. Если помните, мы говорили о том, как, рискуя навлечь на себя гнев Ивана Грозного, Борис пытался спасти старшего сына царя во время их ссоры и при этом получил сильное ранение. Рваться к высшей власти и тут же спасать сына царя, наследника? Нелепость. Поэтому убивать Дмитрия Борис, скорее всего, не помышлял.

Третье. После смерти царя Федора Борис отказывался принять престол и его долго уговаривали. А ведь вполне возможно, что, учитывая его отказы, мог собраться Земский собор и избрать нового царя — кого-то из Романовых, например, или того же Шуйского, поскольку он Рюрикович. Что ж так рисковать Борису Годунову в критической ситуации?

И наконец, четвертое, последнее. Историк К.Валишевский в книге «Великая разруха» (М.: Современные проблемы, 1913) указывает, что Карамзин располагал документами, говорящими о невинности Бориса в гибели царевича, однако все решило сильное давление «сверху». Что мог поделаться придворный историограф? А впоследствии Пушкин довершил дело, создав (гениально, конечно) образ царя Ирода.

Но задолго до него, стараниями боярской оппозиции, этот образ возник в умах народа. Миф стал всеобщим и устойчивым. Базис для недовольства царем-благодетелем был отстроен. Оставалось ждать удобного момента.

Удобный момент настал, когда объявился самозванец, вошедший в историю под именем Лжедмитрия. Самозванец, за которым стояла давшая ему войско Польша, шел к Москве, а тут еще измены царских воевод, принявших его сторону, и поддержка бояр — и это при том, что Лжедмитрий не скрывал своей явной готовности подчинить Россию Польше и ввести здесь католичество. Православных бояр и прочее население это уже не смущало. Ибо таковой была вызревшая из семян мифа нелюбовь к царю Борису и его детям, вскоре, через два месяца после смерти Годунова, убитым — причем в лице Федора Годунова убили нового законного царя. Но до этого акта злодейства Годунов, слава Богу, не дожил.

Он умер, как сказано выше, скоропостижно и по не совсем ясной причине. Последнее, и именно с позиции медицины,



мы уже разобрали. Как и то, что в течение последних лет жизни Борис мучился тяжелой подагрой, генетическая основа которой — гиперурикемия — всегда определяла его исключительную энергию и целеустремленность. Вот такой парадокс.

А вот в нашей истории и литературе парадокса нет, ибо там утверждается, что Годунова сломали именно угрызения совести. Опять цитировать Пушкина уже нет смысла: перечитайте и убедитесь, насколько сильно это сделано поэтом. Злодей, детоубийца, который так мучается — аж мурашки по коже у читателей! Вот хотя бы одно это:

*Как молотком стучит в ушах упрек,
И все тошнит, и голова кружится,
И мальчики кровавые в глазах...*

Да, жалок тот, в ком совесть не чиста.

Тут, конечно, явная психологическая ошибка. Злодеи, тем более добравшиеся до вершины власти, тем более вполне успешные как государи (а это — постоянное положительное подкрепление, обуславливающее позитивную окраску ситуации), угрызениями совести никогда не мучаются. Свидетельство тому — вся история, на что справедливо указывал В.П.Эфроимсон в своей «Генетике гениальности». И чтобы такой монарх признавался себе в том, что он жалок? Увольте.

Царь Борис мучился другим — жесточайшей подагрой, которая его донимала с годами. Вот данные Грюнвальда, на которого мы уже ссылались: «В 1598 г. он располнел, его волосы поседели, припадки подагры сделали ходьбу для него мучением... Известно, что еще раньше он должен был провозжать на кладбище свою сестру не пешком, по обычаю, а на санях, из-за подагры».

В общем, все просто и закономерно, к сожалению. Оказывается, дело не столько в том, что конкретный деятель совершил, сколько в том, кто писал его историю. Историю Бориса Годунова и его царствования писали при его врагах, Романовых. Вот поэтому и горе побежденному, как сказано в эпитафии к нашему очерку.

И последнее.

Так, может быть, если вспомнить приведенное выше описание последних часов жизни царя Бориса и выдвинутые по этому поводу медицинские версии, — может быть, его все-таки отравили? К Москве приближался Лжедмитрий, измена воевод, народ вполне готов к кардинальным, силовым переменам... Да, не исключено. Хотя... не знаем.

В общем, как у Гоголя в конце «Мертвых душ» при обращении к стране: «Дай ответ. Не дает ответа».

Искренняя благодарность доктору исторических наук П.Ю.Черносвитову за обсуждение этого очерка в ходе его подготовки к печати.



Королева ЦИТОГЕНЕТИКИ

Кандидат химических наук
Е.В.Раменский



В советские времена на совещаниях по генетике можно было увидеть хрупкую, моложавую, элегантную женщину. Возле нее всегда собирался кружок мужчин, которые наперебой старались острить, а она то поощряла, а то и осаживала шутников. Остроумная и блестящая, эта женщина иногда была резкой в критике. Особенно доставалось прекрасному полу. Но порой дамы находили в ней защитницу. Как-то она вроде как в шутку, но решительно напала на академика А.Н.Белозерского за мужской шовинизм в науке.

Речь идет не о светской даме, а о крупном ученом с удавшейся в целом научной судьбой, создательнице собственной школы цитогенетиков — героине книги «А.А.Прокофьева-Бельговская. Портрет на фоне хромосом». Этот том составили и написали ученики Александры Алексеевны, профессор Юрий Федорович Богданов, Наталья Алексеевна Ляпунова и Юлия Анатольевна Ревазова, а выпустило издательство «Научный мир» в Москве в 2005 году.

Тот, кто интересуется историей науки, помнит «Суховой» Раисы Львовны Берг и «Это моя неповторимая жизнь» Зои Софроньевны Никоро. В представленной книге — еще один женский взгляд на времена бурного расцвета, разгрома и мучительного восстановления советской гене-

тики. Можно поздравить Елену Алексеевну и Наталью Алексеевну Ляпуновых: их стараниями появились и воспоминания З.С.Никоро, и эта книга. В ней собраны материалы, написанные самой героиней, и воспоминания других людей. В числе первых — автобиография Александры Алексеевны «Моя жизнь и хромосомы», очерки-портреты дорогих ей учителей и сверстников: генетиков Ю.А.Филипченко, Я.Я.Лусиса, М.Е.Лобашева и М.Л.Бельговского, цитологов Г.А.Левитского и М.С.Навашина. В книге впервые опубликована интересная работа А.А.Прокофьевой-Бельговской «Очерки истории цитогенетики в нашей стране». Приводятся и авторские предисловия к трем монографиям Александры Алексеевны: «Строение и развитие актиномицетов», «Основы цитогенетики человека» и поистине труд всей жизни — «Гетерохроматические районы хромосом». Далее идут рассказы о героине книги. Самые полные и добротные очерки получились у Ю.Ф.Богданова. Завершают книгу подборка документов, письма, традиционный список трудов ученого и указатель имен, а украшают и дополняют — рисунки и фотографии.

Сверстники называли ее Шурочкой. В поздние годы сотрудники за глаза величали «Мадам». Примечательно, что она, по облику аристократка, по манерам истинная представительница петербургской интеллигенции, была крестьянской дочерью. Ее родители — выходцы из Лужского уезда Новгородской губернии. Крестьяне тех мест не знали крепостной зависимости. Отец выучился и стал заводским кассиром. А сама героиня родилась в 1903 году в городе Александрове. Уже в 16 лет ей довелось учительствовать в родительской деревне. В 1920 году способную девушку направляют в Институт народного образования. По окончании учебы в 1923 году она преподает биологию в пролетарском районе Петрограда. Продолжая работать, Прокофьева сама учится на естественном отделении Ленинградского университета.

Шурочка Прокофьева дружила с другой студенткой-генетиком — Раеч-

кой Берг и, как и она, была окружена поклонниками. Одна из романтических историй оборвалась трагически. Летом 1929 года мрачноватый зоолог, получив от Шурочки очередной отказ, бросился у нее на глазах в Неву и погиб. Он хорошо плавал, и гибель его была случайностью. История получила огласку.

У главы питерских генетиков, заведующего кафедрой генетики Юрия Александровича Филипченко, неприятностей хватало. Начать с того, что и он, и Н.К.Кольцов были самыми известными советскими евгениками. Врагом Филипченко был недоучка и небиолог, университетский партийный философ И.И.Презент, позже ставший одним из главных идеологов и соратников «народного академика» Т.Д.Лысенко.

Чтобы пресечь новые обвинения, профессор Ю.А.Филипченко вынудил талантливую студентку Прокофьеву стать женой своего доцента. Брак был фиктивным. После ранней смерти профессора (в 1930 году) она развелась с мужем, а в 1933 году по своей воле стала Прокофьевой-Бельгов-





*Александра Прокофьева
в лаборатории Г.А.Левитского
в Детском Селе
(ныне г. Пушкин)
1930—1931 гг.*



КНИГИ

ской. С коллегой-генетиком Марком Леонидовичем она пребывала в удачном браке до его кончины в 1959 году. Александра Алексеевна гордилась военным прошлым мужа — добровольца, артиллериста, трижды орденосца.

В 27 лет Прокофьева-Бельговская начала исследования у классика цитологии академика С.Г.Навашина, работая вместе с замечательным цитогенетиком Г.А.Левитским. Ее первыми объектами стали хромосомы растений, рыб и амфибий. Александра Алексеевна показала, что у животных также действует правило, установленное С.Г.Навашиным для растений: нить веретена клеточного деления никогда не прикрепляется к концу хромосомы.

С 1933 по 1945 год Прокофьева работала в Институте генетики, сначала в Ленинграде, а с 1935 года в Москве. Она сотрудничала с приглашенными туда Н.И.Вавиловым двумя мировыми знаменитостями, генетиками школы Т.Моргана — К.Б.Бриджесом и Г.Дж.Меллером. «Левый» по своим политическим взглядам Меллер еще в 1922 году нанес визит Н.К.Кольцо-

в и позаимствовал у его сотрудников неопубликованный опыт получения рентгеномутаций у любимых генетиками дрозофил. Развитие этих работ в 1946 году принесет ему Нобелевскую премию. Александра Алексеевна обучилась у Бриджеса приемам работы с многонитчатыми, или политенными, хромосомами дрозофилы и картированием в них генов. Работая с Меллером с 1933 по 1937 год, она исследовала связь генов с отдельными хромомерами — плотными участками хромосом. На политенных хромосомах были использованы методы комплексного анализа и делеционного картирования. Это позволило оценить физические размеры гена. Восемь совместных с Прокофьевой-Бельговской работ Меллер включит в список трудов, представленных им в Нобелевский комитет.

К середине 30-х годов А.А.Прокофьева-Бельговская стала самостоятельным исследователем, одним из лучших цитогенетиков мира. Ее отличала скрупулезная точность работы. Коньком Александры Алексеевны были гетерохроматиновые участки хромосом, сохраняющие свою плотную упаковку на протяжении всего клеточного цикла. В 1939–1945 годах она покажет, как это явление свя-

зано с механизмом подавления активности генов.

Перейдя после войны в Кольцовский институт, она с блеском защитит докторскую диссертацию «Цикл клеточного ядра как фактор развития и наследственности». Но грянула печально знаменитая лысенковская сессия ВАСХНИЛ 1948 года, и диссертацию не утвердили. Видимо, председатель Высшей аттестационной комиссии хорошо понимал, какую работу забаллотировали. Он предложил компромисс: не меняя текста диссертации, в ее выводах написать «ровно наоборот» — об ошибочности классической генетики, которую лысенковцы любили называть «формальной». Александра Алексеевна отказалась. В те годы хороший ученый, веселый и остроумный М.Л.Бельговский сочинил знаменитую, тогда анонимную «Генетическую Катюшу»:

*...Ой ты песня, песня менделистов,
Ты лети к Трофиму в кабинет
И новатору-гиганту мысли
Наш формальный передай привет.
Пусть он помнит гены и гаметы,
Хромосом редукцию поймет,
Пусть картошку сбережет на лето,
А науку Мендель сбережет.*

В 1949 году Александра Алексеевна была вынуждена перейти во Всесоюзный научно-исследовательский институт антибиотиков. В нем она проработает до 1960 года. На эти годы пришлось становление отечественной промышленности антибиотиков. Было необходимо в условиях производства следить за состоянием клеток, образующих стрептомицин, тетрацилин и эритромицин. Это была новая, трудная, но достойная ученого-цитолога задача. Александре Алексеевне удалось установить ряд закономерностей в строении и развитии актиномицетов — особой группы бактерий-продуцентов антибиотиков. Одновременно стала создаваться школа цитологов Прокофьевой-Бельговской.

В 1956 году, после XX съезда партии, наступила «оттепель». Несмотря на господство Лысенко, приоткры-



*На обороте этой фотографии рукой
А.А.Прокофьевой-Бельговской написано:
«Перед докладом. Институт генетики. 1936 г.»*



С Н.В.Тимофеевым-Ресовским во время молодежной летнейшколы-семинара по биофизике. Можайское водохранилище. 1969 г.

лась щель для работы в области генетики. В условиях гонки ядерных вооружений и освоения космоса возникла острая необходимость исследований по радиационной защите. Такая лаборатория во главе с известным генетиком Н.П.Дубининым создается в Институте биофизики. Там начинает работать и Александра Алексеевна — и постепенно переходит на изучение хромосом человека. В 1962 году ее приглашает в свой новый институт В.А.Энгельгардт. В духе времени и для защиты от нападок лысенковцев его тогда называли Институтом радиационной и физико-химической биологии, а подразделение Прокофьевой — лабораторией общей и космической карриологии (науки о ядре клетки).

В СССР невежество в области генетики достигло опасных пределов, выпало целое поколение профессионалов. Ученые сумели втолковать это руководству страны. Но решительные изменения настали только в 1965 году, после смещения Н.С.Хрущева, покровителя Т.Д.Лысенко. Александра Алексеевна становится одной из ведущих фигур, обеспечивших возрождение генетики. Задача была не из легких.

Последние 20 лет жизни Александра Алексеевна занималась изучением хромосом человека в норме и патологии. Она подготовила новое поколе-

ние врачей и молодых исследователей в этой области, создав лабораторию цитогенетики человека в АМН и продолжив эту работу в воссозданном Институте медицинской генетики.

«**М**адам» была строга, порой казалась капризной, но в первую очередь она не щадила себя. Знакомясь с новым сотрудником, испытывая новичка, задавала обескураживающие вопросы. И никогда не была равнодушной к своим подчиненным, к их мнению: многие решения принимались всей лабораторией. Умелый педагог и лектор, она еще в молодости училась ораторскому искусству. На одной из школ по молекулярной генетике в Дубне ее наградили как лучшего лектора. Сидевший рядом известный молекулярный генетик Р.Б.Хесин обиделся: почему не его? И получил характерный для Александры Алексеевны ответ: «Я — лучше!» Это было чистой правдой.

Ей везло. После ареста Н.И.Вавилова в 1940 году директором Института генетики стал Лысенко. Но в работу Александры Алексеевны он не вмешивался.



80-летие: венчание короной «Королевы хромосом». Стоят Ю.Ф.Богданов (слева) и В.А.Энгельгардт

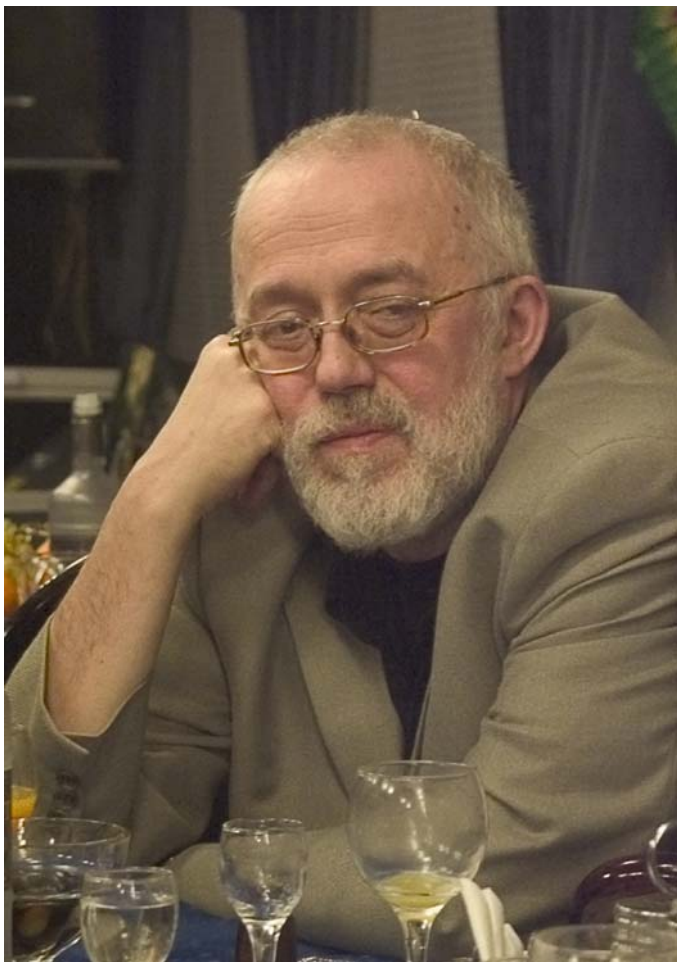
вался! У нее не было перерыва в профессиональной работе даже после 1948 года. Для сравнения: доктора наук И.А.Рапопорта с трудом брали коллектором в геологические партии, а З.С.Никоро играла на аккордеоне в клубе моряков. Н.П.Дубинин, получив свой институт, выжил оттуда своих бывших соратников-генетиков, а Прокофьеву-Бельговскую, напротив, звал к себе вместе с сотрудниками. С 1956 года ее выпускали в командировки в Швейцарию и США. Ее (небывалый случай!) избрали в члены АМН до присвоения степени доктора.

Александру Алексеевну нельзя было забыть. Г.Дж.Меллер в 1960 году прилетел в Женеву из США, чтобы увидеться с ней. Более полувека помнил Шуручку некогда влюбленный в нее питерский студент-филолог, выходец из Дагестана, приехавший на ее 80-летие.

Не будучи «классово чуждой» по происхождению, принадлежа к первому поколению советских интеллигентов, она в последние годы открыто говорила о правоте ленинградской «рабочей оппозиции» 20-х годов, о позорном поведении наших верхов во время паники в Москве в октябре 1941 года, о гибели русской деревни. Магнитофонную запись ее выступления на собственном 80-летию райком партии приказал опечатать, и лента много лет пролежала в институтском сейфе. Прокофьева-Бельговская воспринимала жизнь и науку приподнято, романтически. Зная это, сын Игорь устроил ей вручение диплома лауреата Государственной премии в больнице, за день до кончины. На память приходит гибель д'Артаньяна от вражеского ядра при вручении ему маршальского жезла.

Книга об Александре Алексеевне Прокофьевой-Бельговской удалась. Для меня, чьи пути пересекались с ее путями еще с детства (через родителей) и потом неоднократно позднее, во взрослой жизни, это бесспорно.





Он из «Химии и жизни»

По сравнению с другими нашими ветеранами, коих, увы, становится все меньше и меньше, в редакции он проработал совсем недолго — года два, а может, и того нет. Но Борис Борисович Багаряцкий, Б.Б.Б., Боря, с первого прихода в журнал и до конца своих дней был нашим, был человеком ХиЖ. Это признавали все. А он сам гордился принадлежностью к нашему скромному сообществу.

Уже в новое время, в начале и середине девяностых, Борис Багаряцкий, всегда тяготевший к либеральным идеям, а по прежним понятиям — к крамоле, всерьез ушел в политику и активно участвовал в демократическом движении. Знакомя старых друзей по журналу с новыми коллегами — партийными лидерами, министрами, думцами, он непременно представлял нас как выходцев из «Химии и жизни». Для Бори это было самой высокой характеристикой деловой выучки и профессиональных навыков. И человеческой порядочности. «Он из «Химии и жизни»» звучало в его устах как «он выпускник Итона».

ПАМЯТЬ

А в старое время, во времена нашей подвально-журнальной молодости БББ был веселым и неунывающим разгильдяем с пухлой от десятков записей трудовой книжкой. Он учился и недоучился на физика, театроведа, лингвиста, учился и недоучился на журналиста, но был и лингвистом, и журналистом — умным, талантливым и эрудированным. Затруднительно пересчитать, на скольких языках он свободно читал и легко объяснялся. А менял места работы не потому, что был летуном, а потому, что был любопытным, непоседливым человеком. Увлекался сам и увлекал за собой друзей, коих насчитывались сотни. Где-то в восьмидесятые загорелся сбором облепихи на Алтае и утащил с собой в отпуск чуть ли не половину нашей редакции. Потом занесли его черти на север — закончил школу вагонных проводников (это вместо того, чтобы ГИТИС заканчивать) и уехал колесить в промерзших вагонах на Воркутинском направлении...

Новое время встретило ББ, как птицу на пороге открывшейся клетки. Он с головой бросился в книгоиздательское дело, которому отдался столь же увлеченно, как и всему, за что брался. И здесь ему достало и терпения, и профессионализма, и усидчивости, какой от него никто не ждал. Созданное им политико-экономическое издательство «Начала-пресс» на первых порах работало в его квартире на улице Грановского. Это было продолжение научно-просветительской работы, той же, что и в «ХиЖ», но в новом времени, где выяснилось, что есть и такие науки, как политология и экономика. Он издавал серию «Экономическая история России», совсем неизвестные у нас мировые экономические бестселлеры и даже учебное пособие в комиксах для учащихся 10—11 классов «Идем к рынку».

Десятки ученых и политиков со звонкими именами толпились в этой квартире, заваленной рукописями, книгами, гранками и прочим издательским скарбом. Чашки с черным кофе и подносы с бутербродами, которые непрерывно несли домашние Бори, стояли прямо на полу, но жилось и работалось здесь хорошо и весело — так, как любил жить и работать создатель некоммерческого («зашибать бабки» и «рубить капусту») он так и не научился!) издательства «Начала-пресс»...

Господь наградил Бору умом, обаянием, глубокой порядочностью, светлым идеализмом, умением не унывать, особым даром дружить и любить. Обделил только здоровьем. Последний год Боря особенно тяжело болел. Но когда отпускало, он, уже оставшись без ног, обложенный телефонными и курительными трубками, ноутбуком, книгами, принимал друзей, писал статьи, конструировал компьютерные сайты, отсылал и принимал электронные письма, строил планы на будущее.

Теперь его больше нет с нами.

Товарищи

КОСМОС

Шагнуть на Марс, не покидая Землю

Пока не настал момент оторваться от Земли и отправиться в межпланетное путешествие, будущий полет человека на Марс можно отработать в земных условиях. Для этого ученые Института медико-биологических проблем РАН собираются провести наземный эксперимент на территории ИМБП в специально построенном макете космического корабля, состоящем из нескольких отсеков. Экипаж испытателей составят из шести человек в возрасте от 25 до 50 лет, среди которых будет командир корабля, бортинженер, врач и три исследователя (class@imbp.ru).

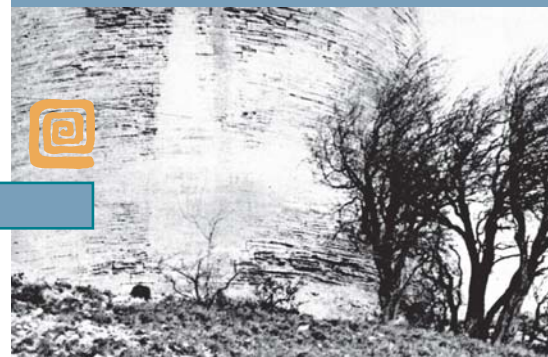
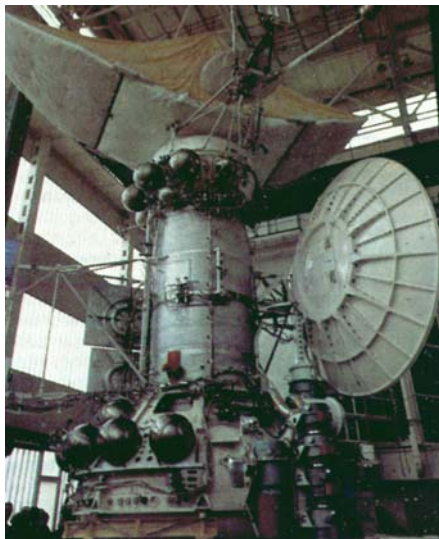
В эксперименте ученые планируют отработать все условия марсианского полета, за исключением невесомости. Устранить земную гравитацию человек пока не в силах. А все остальное добровольцы, участвующие в эксперименте, испытают на себе так же, как и космонавты в реальном полете к Марсу. Во-первых, они окажутся в длительной, 520-суточной, изоляции от окружающего мира. Это будет совершенно честная изоляция, как в космосе. Испытатели будут так же ограничены в жизненных ресурсах, как и реальные космонавты. Окружающая среда будет максимально приближена к условиям космического корабля, в том числе газовый состав, атмосферное давление, температура, влажность, уровень шума и т. д.

Все решения экипаж станет принимать сам, без помощи «Земли». Связь с «Землей», конечно, будет обеспечена, но сигнал станет проходить с временной задержкой, как в космосе. Испытатели обязаны соблюдать тот же режим труда и отдыха, что и марсианский экипаж. Специальные мониторы будут имитировать полет, командир станет пилотировать корабль, изменять траекторию движения, по всем правилам осуществлять отделение взлетно-посадочного модуля, стыковку и пр. Врачу предстоит вести постоянные

наблюдения за самочувствием экипажа, обеспечивать медицинские процедуры, оказывать первую помощь. Конечно, при серьезных угрозах жизни и здоровью испытателей, в отличие от реального полета, «Земля» вмешается, и человек выйдет из эксперимента. Но его работу придется выполнять остальным членам экипажа.

В программу входит даже посадка на Марс. Для этого предназначен специальный отсек, куда выйдут только те члены экипажа, кому предназначено оставить следы «на пыльных тропинках» искусственного Марса. В этом отсеке сделают специальный грунт, похожий на тот, что покрывает красную планету, и испытатели будут передвигаться там в скафандрах.

Тренировочный «полет» включает несколько основных этапов: полет по спиральной траектории в поле тяготения Земли; полет по гелиоцентрической орбите до окрестности Марса; полет по спиральной траектории в поле тяготения Марса; полет по околомарсианской орбите со спуском взлетно-посадочного модуля на поверхность планеты и возвращением на корабль. Кстати, в этот последний период трем испытателям, которые «высадятся на Марс», придется сначала в течение трех недель пройти через так называемую антиортостатическую гипокинезию – лежать, подняв ноги выше головы на угол 5 градусов. Такое положение моделирует состояние человека в невесомости. А затем



испытать возвращение гравитации «на поверхности Марса». А дальше — полет назад, на Землю.

У испытателей будет обычная пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями. Они должны нести ночную вахту по очереди. Их день распланирован по часам и включает в себя 8,5-часовой сон, оперативное совещание, осмотр корабля, физические тренировки, научные эксперименты и пр. А во время «пребывания на Марсе» испытатели перейдут на марсианское время — сутки там равняются 24 часам 40 минутам.

Поскольку экипажу придется работать в автономном режиме, испытатели будут проводить регулярные оперативные совещания и «разбор полетов», то есть подведение итогов работы, а основным каналом общения с «Землей» станет электронная почта.

Ученые планируют начать экспериментальный полет в 2007 году, когда макет космического корабля будет доведен до готовности и будут отображены «космонавты».

ЭКОЛОГИЯ

Кислорода хватит

Сжигание топлива связано не только с выделением углекислого газа, но и с потреблением кислорода. Естественно предположить, что если увеличение запаса атмосферного CO₂ приводит к явным негативным последствиям, то и уменьшение содержания кислорода может создать не менее серьезные проблемы. Каковы перспективы? Этот вопрос исследовал доктор биологических наук Д.Г.Замолотчиков, заместитель директора Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (Москва).

Для оценки антропогенного потребления кислорода ученый использовал опубликованные данные эмиссии углекислого газа. Оказалось, что чело-



вещество уничтожает почти 30 Гт кислорода в год. Львиная доля расходов приходится на сжигание органического топлива. В настоящее время экономика отказывается от твердого топлива и переходит на газ, который горит с большим расходом кислорода. Кроме того, люди изымают кислород из атмосферы, сводя леса, осушая болота и распахивая почву. По общему антропогенному потреблению кислорода первое место занимают США, на долю которых приходится более четверти мирового расхода. Они же лидируют по антропогенному потреблению кислорода на душу населения – 20 т в год. Следом идут Канада и Российская Федерация – соответственно 18 и 12 т на человека в год. Большие российские расходы связаны с высокой энергоемкостью наших производств, а также с холодным климатом. Абсолютный минимум, полтонны кислорода на человека, приходится на африканские страны.

Современную атмосферу сформировали два основных процесса. Фотосинтезирующие организмы выделяли кислород и преобразовывали углекислый газ в органическое вещество. В результате кислорода в атмосфере становилось все больше, а CO_2 все меньше. За 2,7 млрд. лет в атмосфере скопилось 1 184 000 Гт O_2 , и организмы-фотосинтетики ежегодно увеличивают этот запас на 3 Гт. Но такое поступление не может компенсировать антропогенный расход атмосферного молекулярного кислорода, ежегодные потери которого составляют около 19 Гт. Хотя эта величина равна всего 19 десятизатыхым процента от всего запаса кислорода. Так что при нынешних темпах потребления O_2 человечеству потребуется более 600 лет, чтобы уменьшить его содержание на 1%. А на сжигание всех запасов ископаемого топлива пойдет не более 2% атмосферного кислорода. Этим человеческие возможности по уничтожению кислорода ограничиваются, поскольку значительная часть органических веществ рассеяна в осадочных породах и для окисления недоступна.

Двухпроцентное уменьшение содержания кислорода в атмосфере – это много или мало? По мнению Д.Г.Замолдчикова, такое уменьшение не должно повлиять на здоровье людей, тем более что это произойдет не вдруг. С физиологической точки зрения человек легче адаптируется к недостатку кислорода, чем к его избытку. Незначительное изменение кислородных запасов не повлияет также ни на функционирование природных экосистем, ни на мощность озонового слоя. Поэтому нет необходимости регулировать промышленное потребление кислорода. Антропогенное воздействие гораздо сильнее сказывается на содержании других важных газов, таких, как диоксид углерода, озон, метан, оксиды серы и азота. От их содержания в атмосфере действительно зависит существование как человечества, так и биосферы.

ИММУНОЛОГИЯ

Незаменимая грудь

Дети, которых дольше кормили грудью, гораздо здоровее искусственников не только в первый год жизни, но и в школьный период. Российские медики из Кировской государственной медицинской академии получили на сей счет убедительные данные.

О пользе грудного вскармливания знают все. Тем не менее мало кто из современных женщин обременяет себя кормлением детей грудью хотя бы до года. Анализ детских болезней в связи с типом вскармливания провели российские специалисты. Медики из Кировской государственной медицинской академии опросили родителей и изучили медицинские карты 1238 детей — жителей города Кирова и области. Первую группу составили дети, получавшие грудное молоко более девяти месяцев, а вторую — дети, которых кормили грудью менее трех месяцев, в том числе и те, кто с рождения был на искусственном вскармливании.

Многие думают, что в сельской местности матери кормят детей грудью дольше, чем в городе, однако статистика показала обратное. К шести месяцам 58,6% городских младенцев и 63,5% сельских были переведены на искусственное вскармливание. Но продукты для этого в городе и на селе использовали разные. В то время как городских младенцев преимущественно питают спе-

циальными смесями, на селе такие смеси получают в два раза меньше детей — гораздо чаще младенцам дают коровье молоко и кефир. А это неудачная замена грудному молоку.

Как общий показатель здоровья детей медики использовали общую резистентность организма, то есть сопротивляемость различным инфекциям и неблагоприятным факторам среды. У двух из троих детей на грудном вскармливании она была высокой, у одной трети — средней. Низкой резистентности в этой группе не было. Среди «искусственников» в два раза меньше детей с высокой резистентностью, а у трети наблюдали низкий и очень низкий показатели. У детей, питавшихся материнским молоком, в первый год жизни в два раза реже случались острые респираторные заболевания, а среди искусственников почти половина детей болела ОРЗ четыре (!) раза в первый год жизни. У 6% искусственников случалась даже пневмония. От болезней органов дыхания больше всего страдали дети,



которых кормили коровьим молоком. Младенцы на искусственном питании больше страдают от недостатка веса. У них в два раза чаще возникают аллергические заболевания и анемия.

Но беды детей, которых матери рано отлучили от груди, не кончаются в младенчестве. Анализируя болезни таких детей в школьном возрасте, медики пришли к выводу, что у них наиболее распространены патологии органов дыхания, в том числе бронхиальная астма, хронические фарингиты, бронхиты, пневмония. На втором месте, но опять же чаще, чем у детей, вскормленных грудью, — желудочно-кишечные патологии: хронический гастрит, колит, а также нейродермит и ожирение.

Так что материнская грудь действительно незаменима, и медикам надо всячески пропагандировать грудное кормление среди современных женщин. Ведь гораздо лучше попытаться уберечь своего малыша от возможных болезней, чем потом долго лечить.

Шунгиты — самые древние скопления органики

Доктор геолого-минералогических наук
Л.Я.Кизильштейн,
Ростовский государственный университет

Возраст у нашей планеты солидный — современная наука считает, что ей четыре с половиной миллиарда лет. Однако в течение первых 3,8 млрд. лет поверхность суши оставалась пустынной: ни травинка, ни кустик, ни деревце не оживляли унылый ландшафт, не говоря уж о каких-нибудь букашках. Жизнь теплилась только в океане. Но что это была за жизнь! Видимые только в микроскоп бактерии и водоросли уныло дрейфовали в бескрайней водной стихии. Размножаясь путем простого деления на две части, они не нуждались друг в друге.

Постепенно, очень медленно (как сказал известный голландский геолог М.Руттен, «так медленно, что это почти невозможно себе представить»), жизнь становилась разнообразнее, обильнее. И вот около 570 млн. лет назад она наконец по-настоящему расцвела. Начался фанерозойский этап истории биосферы (от греч. «фанерос» — явный, очевидный, «зоэ» — жизнь), сменив предыдущий, криптозойский этап («криптос» — скрытый), который был в семь раз длиннее, чем фанерозойский.

«Скрытость» жизни на заре ее зарождения объясняется не только тем, что живых организмов в ту пору было очень мало. Просто живые существа обзавелись скелетами и раковинами не сразу. А раз в них не было ничего минерализованного, то следы первых форм жизни оказались уничтожены геологическими процессами, преобразующими горные породы.

Лишь очень немногое по чистой случайности сохранилось, но зато теперь палеонтологи, биохимики и геохимики изучают эти остатки с величайшей скрупулезностью и, применяя тончайшие физические и химические методы анализа, судят по ним о путях развития жизни на Земле. Микрофотографии на рис. 1–3 показывают, как выглядели некоторые виды микроскопических водорослей той поры — ведь именно водоросли были главными компонентами биосферы далекого прошлого.

То, что эти организмы не нуждались в партнерах, не означает, однако, что каждая особь до конца дней оставалась

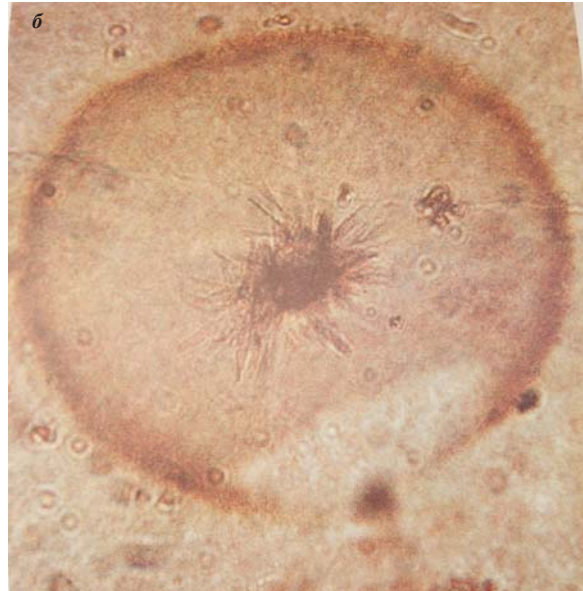
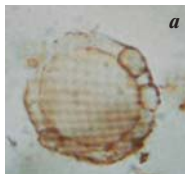
1

Микроорганизмы из кремнистых сланцев:

а) формации (то есть комплекс горных пород, объединенных общим происхождением) Ганфлинт (Канада, возраст около 2 млрд. лет),

б) формации Фиг-Три (Южная Африка, возраст около 3,2 млрд. лет),

в) формации Биттер-Спрингс (Австралия, возраст около 1 млрд. лет). Темные пятнышки внутри шаровидных образований — возможно, остатки ядер в клетках первых эукариот. Диаметр образований — около 5 мкм



одинокой и плавала сама по себе. Некоторые из них объединялись в колонии, — возможно, так было легче держаться на плаву. И хотя подобные колонии оставались микроскопическими, с течением времени, если условия благоприятствовали, в каком-то определенном месте их органические остатки могли накопиться в больших количествах.

В наши дни, как, вероятно, и в далеком прошлом, подобные скопления образуются на дне озер, мелких морей и лагун. Их называют сапропелем (от греч. «sargos» — гнилой и «relous» — ил). История горючих полезных ископаемых началась именно с накопления илистой массы, которую последующие геологические процессы преобразовали в породы, называемые сапропелитами. Если же сапропель разбавляли значительные количества минерального материала, получались горючие сланцы.

Все производные сапропеля — ценное энергетическое и технологическое сырье. При этом самые древние месторождения горючих сланцев, как считают, возникли в кембрийском периоде палеозойской эры (570 ± 20 млн. лет назад). Куда, казалось бы, древнее? Однако выясняется, что есть и более древние породы, имеющие органическое происхождение. Это шунгиты. За прошедшие эпохи они даже перестали быть горючими полезными ископаемыми, хотя просто полезными все-таки остались.

Происхождение шунгитов

Следует сразу же обратить внимание читателя, что речь пойдет не о водорослях вообще, а только о синезеленых водорослях, образующих, согласно современной ботанической номенклатуре, тип *Cyanophyta*. Эти водоросли вместе с бактериями — самые низкоорганизованные живые существа, когда-либо населявшие планету. Судите сами (рис. 4а): содержимое их клеток не делится на протоплазму и ядро, хромосом как таковых нет, и носитель наследственной информации — кольцевая молекула ДНК — свободно располагается в клетке.

Такие микроорганизмы получили название прокариот (доядерных). От эукариот — ядерных организмов — они отличаются принципиально, и сравнение рис. 4а с рис. 4б эти различия нагляд-



2
Скопление шаровидных и нитевидных микроорганизмов из кремнистых сланцев формации Ганфлинт. Диаметр шаровидных образований около 5 мкм



3
Нитевидные микроорганизмы (возможно, синезеленые водоросли) из кремнистых сланцев формации Ганфлинт. Клетки имеют внутренние перегородки. Предполагается, что подобные организмы существовали в условиях бескислородной атмосферы



но демонстрирует. Эукариоты бывают одноклеточными и многоклеточными, но различия между ними биологи считают все-таки менее значимыми, чем наличие или отсутствие ядра в клетке.

Единственное, что отделяет внутреннее содержимое прокариотической клетки от внешней среды, — это клеточная оболочка. У синезеленых водорослей она состоит в основном из белков и углеводов, но есть в ее составе и мельчайшие (доли микрона) минеральные кристаллики — кристаллиты. В том числе (обратим на это внимание) кристаллики кремния.

Синезеленые водоросли, как и другие растения, — фотоавтотрофные организмы. Это означает, что в качестве источника углерода, основного элемента живого, они используют углекислый газ, которого более чем достаточно в атмосфере. А источником энергии им служит солнечный свет.

Правда, фотоавтотрофный процесс у синезеленых водорослей попроще, чем у высших растений: чтобы появиться хлорофилл, характерный для представителей современной флоры, должны были пройти целые эпохи. В отличие от растений-эукариот, синезеленые усваивали CO_2 , используя энергию ультрафиолетовой, а не видимой части спектра: ведь поток жесткого излучения у поверхности планеты, еще не защищенной озоновым слоем, был во много раз больше, чем сейчас.

Древним одноклеточным растениям поневоле приходилось быть универсалами: они даже научились усваивать атмосферный азот, необходимый для биосинтеза, чего высшие растения делать не умеют. В общем, микроскопические синезеленые водоросли обладали целым набором всевозможных достоинств, и совсем неудивительно, что формирование биосферы Земли началось именно с них.

Синезеленые водоросли на редкость неприхотливы. Они способны существовать в условиях высоких и низких температур, плохой освещенности, сильного ультрафиолетового излучения и радиации, губительных для других организмов. Некоторые виды растут и размножаются даже в ядерных реакторах: при огромном уровне радиации, в полной темноте, довольствуясь только светом, возникающим при сильном радиоактивном облучении воды (эффект Черенкова). После многочисленных ядерных испытаний на атолле Бикини они первыми вернулись к безжизненным островам.

Извлекая углерод из углекислого газа, первые растения освобождали кислород в атмосферу и таким образом меняли ее состав, приближая его к нынешнему. Это были конечно же только первые, весьма скромные шаги — ведь еще долгое время свободный кислород расходовался главным образом на окисление двухвалентного же-



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

леза, огромные массы которого были растворены в водах древнего Мирового океана. Тем не менее начало было положено.

Свой вклад синезеленые водоросли внесли не только в формирование нынешней атмосферы. Их остатки обнаружены в горных породах, возраст которых насчитывает 3,5 млрд. лет. Ими построены строматолиты — карбонатные сооружения, подобные кораллам. Но главное — именно синезеленые водоросли способствовали накоплению сапропеля, то есть протосунгита. Хотя в то время первые эукариотические организмы (разные виды зеленых водорослей и грибов) уже существовали, их было слишком мало, чтобы создать сколько-нибудь заметные залежи органики.

Что это такое — шунгиты?

Своим загадочным названием эта горная порода обязана селу Шуньга в Карелии — именно здешние шунгиты впервые привлекли внимание ученых к этим породам. Честь их открытия принадлежит русскому геологу А.А.Иностранцеву (1879), он же дал название этой породе. Иногда (впрочем, очень редко) шунгит называют также чирвинским, в честь другого известного отечественного геолога — П.Н.Чирвинского (1880–1955).

Метаморфической называется порода (осадочная или вулканическая), которая после своего образования претерпела более или менее сильные изменения под влиянием высоких температур и давлений в недрах земной коры. Шунгит — метаморфическая горная порода черного цвета, состоящая из органического вещества, смешанного с частицами глины и песка. Но если отделить органическое вещество шунгитов от неорганических примесей, то окажется, что содержание углерода в нем достигает чуть ли не рекордного уровня — 98%.

По этому показателю, который геологи используют для характеристики степени метаморфического преобразования органического вещества, шунгит приближается к природному графиту, состоящему из углерода почти на 100%,

и превосходит наиболее метаморфизованные антрациты Донбасса. В связи с этим шунгиты называют иногда метаантрацитами, но это не совсем правильно. Ведь антрациты — это все-таки горючие полезные ископаемые, а шунгиты, как и графит, в обычных условиях не горят. В последнем издании словаря Брокгауза (2002) шунгит определен как измененный (то есть метаморфизованный) антрацит, не достигший стадии графита.

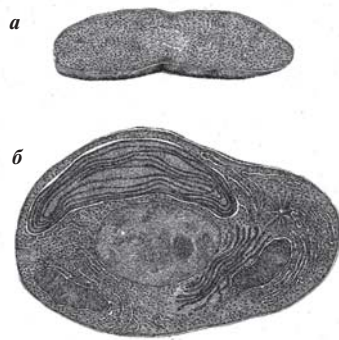
Конечно, отдельные вкрапления органического вещества можно найти в самых разных осадочных горных породах, в том числе и в очень древних. Но тем и замечательны шунгиты, что здесь остатки живых организмов оказались сконцентрированными и образовали крупные залежи в виде пластов. Внешне эти пласты напоминают угольные, но, как мы уже знаем, они обладают совсем другими свойствами и к тому же значительно старше. Их геологический возраст оценивают приблизительно в 1,7–1,5 млрд. лет, что соответствует протерозойской эре (от греч. «proteros» — более ранний и «зоэ» — жизнь) докембрийского времени.

В ту эпоху в мелководных прибрежных зонах океана или окраинных морей, хорошо освещаемых и прогреваемых солнцем, защищенных от морских течений и приливов возвышениями морского дна (песчаными отмелями, валами или рифами), подолгу сохранялись условия, благоприятные для синезеленых водорослей. Слой за слоем накапливались их остатки на морском дне. Временами сюда же сносило песок и глину с суши, и этот материал перемешивался с органическим веществом. Так возникали слои органо-минерального состава, которые чередовались с чисто органическими. Разное содержание минерального вещества в пластах шунгитов заметно даже на глаз: блестящие слои чистой органики нередко чередуются с матовыми, загрязненными минеральным примесью.

Как они возникли

Абсолютно чистый морской сапропель, подобный тому, от которого ведут свое происхождение шунгиты, не образуется уже сотни миллионов лет. Ведь в ту эпоху, когда накапливалось вещество, ставшее впоследствии шунгитом, растений еще не было, а в последующие эпохи морской сапропель всегда оказывался загрязнен органическим материалом растительного происхождения, заносимым с суши.

Однако в те далекие времена, когда синезеленые водоросли почти безраздельно владели нашей планетой, бла-



4

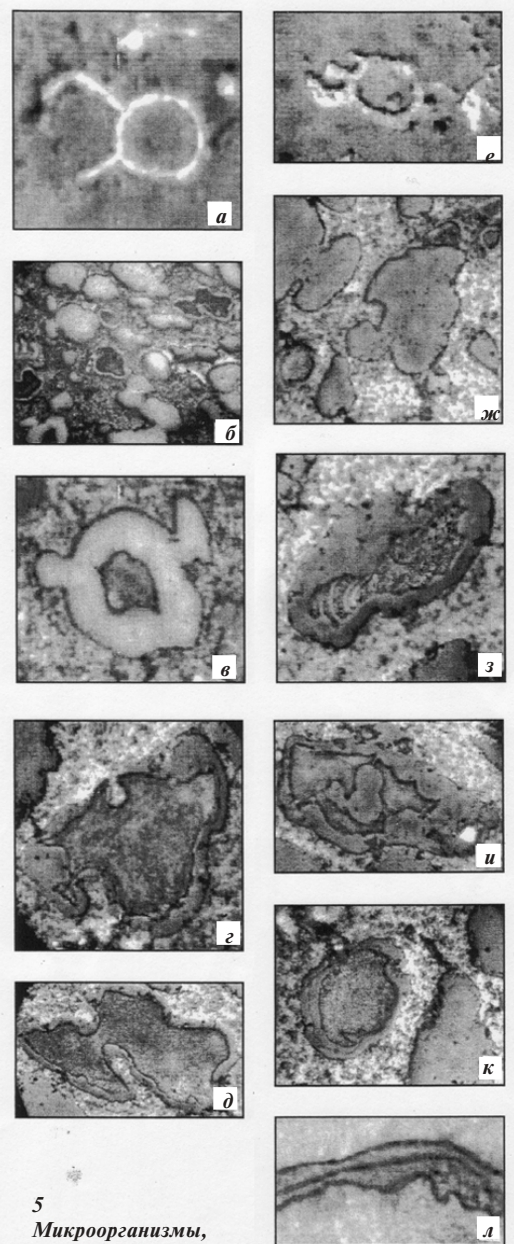
Клетки прокариот (а) и эукариот (б) устроены по-разному. Такие различия не могут полностью стереть даже процессы метаморфизма при высоких температурах и давлениях

гоприятные условия для его образования сохранялись в отдельных местах, по-видимому, исключительно долго. Об этом свидетельствует толщина (или, как говорят геологи, мощность) пластов шунгита, которая достигает в отдельных районах 4–5 метров, причем толщина массы сапропеля, из которого они образовались, была в десятки раз больше. А ведь образовали эту массу организмы, не видимые простым глазом!

Толщина первоначального слоя органики уменьшилась потому, что под давлением горных пород, накрывших впоследствии пласт сапропеля, из него была «отжата» вода. Потеряв не менее трех четвертей своей массы, глубокое, вязкое болото (к счастью, проваливаться в него пока было некому) стало превращаться в твердую породу. Процесс, однако, предстоял долгий: прежде чем стать шунгитом, органическое вещество должно было под воздействием высоких температур и давлений преобразоваться, в том числе уплотниться еще в 3–4 раза.

О том, какие именно условия способствовали образованию самой древней породы органического происхождения, геологи узнали, изучая слои, перекрывающие пласты шунгита. Оказалось, что в них много вулканических компонентов — это указывает на высокую температуру в тех участках земных недр, где шунгиты сформировались окончательно. Судя по степени преобразования минералов, температура там достигала 600–800°C.

При этой температуре из массы сапропелита начинает выделяться жидкая, смолоподобная масса. В процессе промышленной переработки сапропелитов и горючих сланцев, когда их нагревают без доступа воздуха (пиролиз), такая масса — главный целевой продукт. Называют ее смолой, а по химическому составу она похожа на нефть или битум. Если пиролиз происходит в при-



5

Микроорганизмы, замещенные кремнием, были обнаружены автором в шунгитах. Близкие формы описаны в составе строматолитов — слоистых карбонатных пород, образованных синезелеными водорослями. Такие породы найдены в Финляндии и имеют примерно тот же возраст, что и шунгиты

роде, то смола, образовавшаяся при нагреве, внедряется в окружающие породы под давлением, создаваемым неравномерной нагрузкой вышележащих отложений. В результате появляются жилы, слойки, линзы и образования более сложной конфигурации. Вещество, отделившееся от шунгитового пласта, носит выразительное название «миграционный шунгит».

Шунгиты в этом отношении не уникальны. Природный пиролиз происходил и в угольных пластах, подвергавшихся в недрах земли воздействию магматических пород.

Состав и строение шунгитов

Пиролитический (миграционный) шунгит геологи называют «шунгит-1». По внешнему виду и химическому составу он заметно отличается от вещества, которое остается внутри исходного пласта и называется «шунгит-2». Шунгит-1 — блестящий и однородный, у него раковистый (то есть похожий на поверхность раковины) излом. В нем сравнительно мало минеральных примесей и относительно велико содержание водорода в органическом веществе. В отличие от него шунгит-2 — слоистый и более зольный, в его органическом веществе заметно больше серы, но меньше водорода и азота.

Шунгиты обстоятельно изучали с применением микроскопии, а наиболее преуспели в этом Л.Е.Штеренберг, А.Г.Вологдин (Москва) и И.Б.Волкова (Санкт-Петербург). Они обнаружили в шунгитах минерализованные оболочки каких-то микроорганизмов (видимо, водорослей), которые были названы сфероморфидами.

Кроме того, И.Б.Волкова сделала понастоящему сенсационное открытие: в составе шунгитов она нашла элементы, похожие на клеточные структуры древесины высших растений. Между тем подобные растения появились только в начале палеозойской эры (ордовики–силуре), то есть спустя сотни миллионов лет после формирования шунгитов.

Так возникло противоречие, которое, казалось бы, можно разрешить только двумя способами: принципиально изменить наши взгляды на историю эволюции растительного царства или столь же радикально поменять датировку для докембрийских пород, приписав шунгитам значительно более молодой (палеозойский) возраст. Разобраться в этом противоречии пока не удалось, однако есть обстоятельство, на которое стоит обратить самое пристальное внимание. Структуры, похожие на остатки растительных тканей, были обнаружены в составе миграционного шунгита-1. Сохранность реликтов биогенного происхождения в этом максимально модифицированном веществе наименее вероятна, поэтому, скорее всего, в данном случае мы имеем дело с каким-то причудливым артефактом.

Автору тоже приходилось вместе с А.Л.Шпицглюзом изучать микроструктуру шунгитов. Для этого был разработан метод ионного травления, позволяющий выявлять те неоднородности вещества, которые невозможно разглядеть в микроскоп при обычных методах подготовки препаратов. Подробно «Химия и жизнь» рассказывала об этом методе и его возможностях рань-

ше (см. 2002, № 2). Мы увидели в шунгит-2 оболочки каких-то загадочных микроорганизмов, которые при формировании породы оказались замещенными кварцем (рис. 5).

Хотя по внешним признакам эти объекты невозможно соотнести с какими-либо известными микроорганизмами, их биологическое происхождение сомнений не вызывает: в неорганическом веществе подобные кольцевидные структуры никогда не образуются. Кроме того, формы микроорганизмов неодинаковы и весьма прихотливы. Оболочка некоторых клеток замещена пиритом (рис. 5а, е), и в некоторых из этих случаев удается разглядеть, что она слоистая (рис. 5л).

Интересен снимок 5б. Срез проходит через скопление микроорганизмов, причем внутренние полости некоторых из них заполнены минеральным веществом, отличающимся по оттенку от окружающей породы. Возможно, это объясняется тем, что здесь минеральное вещество смешано с остатками органического, входившего некогда в состав протоплазмы клетки. Нечто подобное можно видеть и на фото 5в, г, з, и, к. В других случаях внутренняя полость клеток заполнена кварцем (рис. 5а, д, е, ж).

Какими же были те древние микроорганизмы, которые образовали шунгиты? Если все они походили на синезеленые водоросли, дожившие до наших дней, то это означает, что они умели усваивать кремний (вспомним, что кристаллики этого вещества есть в клеточной стенке синезеленых водорослей). И здесь уместно напомнить, что существуют вполне обоснованные научные гипотезы, согласно которым первые организмы, обитавшие на Земле, имели ферментные системы, позволявшие им синтезировать кремнийорганические соединения и включать их в метаболизм. Тем не менее эволюционные и физиологические причины этого явления все еще не ясны, как не понятны и механизмы биохимического усвоения кремния (см. «Химию и жизнь», 2002, № 7).

Так или иначе, если исходить из представлений о лидирующей роли кремния на начальных этапах эволюции, можно лучше понять еще один феномен состава шунгитов. Дело в том, что органическое вещество шунгитов — это, по сути, природный композит: в аморфной органической матрице равномерно распределены кристаллические силикатные частицы. Силикатные частицы очень малы (менее одного микрона), однако их суммарное содержание составляет около 30%, а остальное, то есть около 70%, — углерод. Такой состав вполне объясним, если допустить, что шунгиты «унаследовали» силикат от



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

кремнийорганических соединений, которые входили в состав органического вещества синезеленых водорослей. Реликты древних микроорганизмов встречаются в шунгитах чрезвычайно редко. Основная масса их органического вещества считается скрытокристаллической (аморфной), но ведь и она ведет свою родословную от подобных клеток.

Шунгиты как полезные ископаемые

Ясно, что, коль скоро шунгиты считаются полезными ископаемыми, от них должна быть какая-то польза. Может быть, все-таки целесообразно использовать их в качестве топлива? Ведь это весьма впечатляющие скопления углерода! Однако любое топливо характеризуется теплотой сгорания (то есть количеством тепла, выделяемого на единицу массы: например, МДж/кг, где 1 МДж = 4,2 ккал). И если теплота сгорания антрацитов, углей, наиболее близких к шунгитам по составу, около 32 МДж/кг, то шунгитов — всего около 1 МДж/кг.

Почему так происходит? Попытаемся найти ответ, проведя расчеты. Главные химические элементы, которые определяют теплоту сгорания любого природного топлива, — это водород и углерод. У водорода теплота сгорания максимальна и составляет 125,5 МДж/кг. Водорода в составе антрацита совсем немного — около 2%, хотя в шунгитах его еще меньше, не более 0,5%. Таким образом, и в том и в другом случае основным источником тепла становится углерод: в антрацитах его примерно 93%, а в шунгитах порядка 96%. Теплота сгорания органического углерода почти в четыре раза ниже, чем у водорода, и составляет только 34,1 МДж/кг. Подводя итог, мы неизбежно приходим к выводу, что, когда процентное содержание углерода в двух видах полезных ископаемых близко и достаточно велико, различия в содержании водорода не могут объяснить принципиальных различий теплоты сгорания антрацитов и шунгитов.

Объяснение следует искать в особенностях кристаллической структуры, тем



более что аналогичные явления хорошо известны. Так, ковалентно связанные друг с другом правильные шестиугольники молекул графита устойчивы к сильному нагреву благодаря высокой энергии связи между атомами углерода. Энергия, необходимая для разрыва этих связей, называется энергией активации, и чем она выше, тем труднее разрушить молекулы вещества. Среди природных соединений углерода наибольшая энергия активации именно у графита, поэтому, чтобы заставить его гореть, требуется очень высокая температура.

В природе графит образуется под воздействием тепловых процессов в недрах Земли из углей, углистых сланцев, сапропелитов и горючих сланцев, а также из органики, рассеянной в горных породах. Молекулы графита входят в состав шунгитов, однако кроме них здесь имеется и углерод в составе ароматических соединений, а также некоторых функциональных групп, характерных для других органических молекул. Такой углерод активируется легче, а потому энергия активации шунгита в целом ниже, чем у графита.

Тем не менее она существенно превосходит энергию активации наиболее метаморфизованных углей — антрацитов, а потому шунгиты не горят не только в бытовых печах, но даже и в котлах тепловых электростанций. В одном старом учебнике по геологии горючих ископаемых есть даже упоминание о том, что в конце XIX века предприимчивые купцы-энтузиасты планировали организовать общество по разработке карельских шунгитов для топливных нужд северо-западных областей России, но после несложных опытов проект пришлось закрыть.

Зато порошкообразный шунгит хорошо смешивается с водой, фторопластами, каучуками, смолами, цементом, так что его можно использовать для создания высоконаполненных композиционных материалов. Одно из наиболее реальных направлений использования шунгитов на сегодняшний день — это получение пористых наполнителей бетонов (керамзитов). Керамзитом заменяют песок и щебень, чтобы получить так называемый легкий бетон.

Минеральное сырье для производства керамзита должно вспучиваться при быстром нагревании (обычно 1050–1200 °C), давая пористые округлые гранулы. Однако для того, чтобы керамзит получался достаточно прочным, используют не сами шунгиты, а породы, вмещающие шунгитовый пласт: для промышленного производства не подходит сырье, в котором содержание органического углерода превышает 5%. Зато шунгиты с содержанием органического углерода более 20% применяют для производства красок.

Если же в шунгитах много (75–90%) оксида кремния (SiO_2), их можно использовать для производства пробирного камня, который представляет собой брусок черного углисто-кремнистого сланца. Если провести на нем черту сплавом какого-либо благородного металла (обычно речь идет о золоте), то по ее цвету можно с высокой точностью определить пробу — содержание благородного металла в сплаве. Кстати, А.А.Иностранцев, впервые обративший внимание на шунгиты, характеризовал их именно как горную породу, пригодную для производства пробирного камня.

Шунгиты используют и в качестве отделочного материала. Ими облицован Мавзолей В.И.Ленина на Красной площади, украшено здание театра в столице Карелии — Петрозаводске.

С шунгитами связывают определенные надежды химиков. Имеются научно-технологические разработки, где шунгиты предложено использовать при производстве карбида кремния (SiC) и ферросилиция (Fe_nSi_m) — ценного сырья для металлургии. Вот где пригодилось равномерное распределение микрокристаллического кремния в органической матрице: эта особенность шунгита создает идеальные условия для протекания твердофазных реакций между атомами железа и кремния.

Не остаются без внимания и другие качества шунгита. Например, в смеси с доломитом ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) он может применяться для мелиорации почв и подкормки растений. Ведь, помимо всего прочего, шунгиты содержат ионы редкоземельных металлов, а также микро-

элементы (P, V, Co, Ni, Zn и другие), добавление которых в почву способствует повышению урожайности.

Благодаря высоким адсорбционным свойствам шунгит используют в насыпных фильтрах для очистки не только технической, но и питьевой воды от минеральных и органических загрязняющих веществ, нефтепродуктов, хлора и тяжелых металлов. Есть свидетельства, что царь Петр I повелевал солдатам держать в своих ранцах «аспидный камень» (так в то время называли шунгит) и опускать его в котелок для обеззараживания воды.

Крем-бальзам «Шунгит» на основе одноименного вещества используется как вспомогательное средство при лечении остеохондроза, радикулита, артрита и артрозов. А некоторые восторженные энтузиасты считают даже, что шунгит может обладать многими целебными и даже противораковыми свойствами, поскольку в нем содержатся фуллерены — уникальная молекулярная конструкция, в которой 60 атомов углерода (C_{60}) образуют пространственную структуру в форме шара.

Что касается фуллеренов, это чистая правда. Именно в карельских шунгитах такие молекулы и были впервые обнаружены в природе. Однако убедительных литературных данных о медицинском применении фуллеренов автору найти не удалось. Так что не будет ничего удивительного, если научные исследования не подтвердят наличия у шунгита каких-то исключительных целебных свойств.

И все же шунгит был и остается полезным ископаемым. А степень его полезности определяется потребностью общества в тех или иных видах минерального сырья. Несомненно, эта горная порода, уникальная по происхождению и составу, заслуживает дальнейшего изучения и вполне может преподнести исследователям приятные сюрпризы.



EICOS-2006: большая экскурсия в науку

О программе EICOS, организованной в Германии специально для научных журналистов, мы уже писали (см. «Химию и жизнь», 2001, № 11, а также сайт программы (<http://www.eicos.mpg.de/>). «Эйкос» переводят с греческого как «место обитания», «дом», «хозяйство». А EICOS означает «The European Initiative for Communicators Of Science». Организаторы программы — ученые, которые стремятся помочь журналистам, пишущим о науке, лучше понимать то, о чем пишут. Они приняли как данность, что журналисты приносят большую пользу науке и обществу, и потому стоит потратить силы и средства на беспрецедентное мероприятие: пустить этих любопытных и предприимчивых людей в лаборатории лучших европейских и израильских институтов. Причем не просто показать, как наука хозяйничает у себя дома, но и позволить принять участие в повседневной экспериментальной работе.

Начало

Программа принимает журналистов с 1993 года, причем с 1999-го домом для EICOS стал Институт биофизической химии Макса Планка, расположенный под Геттингеном, близ городка Николаусберг. Приглашают не всех желающих, а только тех, кто активно пишет (или, например, рассказывает, если он тележурналист) о научных проблемах и хочет повысить свою квалификацию. В этом году для участия в программе отобрали 12 журналистов из Западной и Восточной Германии, Швейцарии, Венгрии, Испании, Израиля и России. Россиян было двое — автор этой статьи и Елена Лозовская из «Науки и жизни». Все мы провели неделю в лабораториях Института биофизической химии, а затем желающие отправились в другие научные учреждения, которые



Институт биофизической химии Макса Планка находится в десяти минутах ходьбы от Николаусберга — это место не менее живописно, чем хорошо знакомое многим сотрудникам института Пуццино-на-Оке



Доктор Ульрих Кунт,
исполнительный директор
программы EICOS



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДКОВ

Нас разделили на три группы, и перед каждой поставили свою задачу. Одна группа изучала сплайсинг — удаление из матричной РНК интронов, или участков, не кодирующих аминокислотную последовательность. (Я, выпускница кафедры молекулярной биологии МГУ, где по традиции много занимаются взаимоотношениями РНК и белков, смотрела на них с завистью. А делать нечего, в двух местах сразу быть нельзя. Зато именно в эту группу попала Лена Лозовская, так что о том, как работает машина сплайсинга, российские читатели смогут узнать в «Науке и жизни».) Другая группа занималась компьютерным моделированием. (Три очаровательные и веселые девушки сильно порадовали народ на семинаре, строя модели молекулярно-биологических процессов в реальной жизни, — скажем, прохождение иона через мембранный канал было объяснено на примере футбола.) А мы — Цено Гейсселер, сотрудник газеты в швейцарском городе Шаффхаузене, Михаэла Клойбер, тележурналистка из Мюнхена, Эстер Вёрош, которая работает в венгерском отделении журнала «National Geographic», и я — исследовали один частный вопрос нейробиологии, а именно экзцитоз в области синаптического контакта.

Что стоит за схемой?

Читатель «Химии и жизни» знает про синаптический контакт куда больше, нежели средний россиянин. Нервный импульс передается в виде скачка



Перед тем как заняться практикой иммунофлуоресцентного мечения, мы освоили теорию. Михаэла, Елена, Эстер и Цено слушают объяснения Мэтью Холта

потенциалов на мембране лишь в пределах одной клетки: от тела нейрона вдоль аксона, порой на огромные расстояния. От одного нейрона к другому сигнал передается биохимическим путем, в особой межклеточной структуре — синапсе. К мембране передающей клетки изнутри подплывают пузырьки, содержащие медиатор (он же нейротрансмиттер), который выплескивается наружу, в синаптическую щель. (Этот процесс и называется экзоцитозом, в отличие от эндоцитоза — захвата в пузырек какого-либо вещества из внешней среды с последующей транспортировкой внутрь клетки; кстати говоря, именно так питаются амебы.) Молекулы медиатора взаимодействуют с рецепторами в мембране принимающей клетки, и та реагирует возбуждением (или торможением, если синапс тормозящий). Ничего нового, сто раз слышали.

Но мало кто среди неспециалистов задавался вопросом: а почему, собственно, пузырьки сливаются с мембраной? Почему бы и нет — это не ответ: эукариотическая клетка буквально набита органеллами, которые, по сути своей, те же мембранные пузырьки и при этом совершенно не склонны к взаимодействию с плазматической мембраной, одевающей клетку. А вот пузырьки с медиатором (цитологи называют их везикулами) уверенно направляются к определенному месту на мембране — в зону синаптического контакта и прямо-таки сами рвутся наружу. Что управляет ими?

Управляют белки семейства SNARE (это сокращение имеет непростую историю; последние три буквы происходят от attachment receptor — «рецеп-

тор связывания»). Одни из них находятся в мембране везикул, другие — в пресинаптической мембране нейрона. Используя энергию АТФ, эти белки зацепляются друг за друга, переплетаясь, как две пружины, и притягивают везикулу к поверхностной мембране. Причем происходит это не в любой момент, а когда кальций входит в клетку — то есть когда потенциал действия достигает синапса. Кстати, ботулотоксин и токсин столбняка поражают именно белки этого семейства, чем и объясняется их опасное действие: коль скоро нарушен выброс медиатора в синаптическую щель, то нарушена и передача нервного импульса.

Нетрудно догадаться, что белки SNARE интересуют и специалистов по физиологии высшей нервной деятельности, и врачей. Ведь мутация в таком белке ведет к нарушению передачи нервных импульсов, даже если все остальные важные гены (например, связанные с синтезом нейромедиаторов) у больного в полном порядке.

Но вот еще один вопрос: откуда все это знают ученые и авторы учебников? Нетрудно нарисовать красивую картинку: две черные линии — двойной слой фосфолипидов, разноцветные спиральки, прицепленные к ним, — белки SNARE, показать стрелочками очередность событий и движения молекул. А откуда все это берется? Кем доказано, что все устроено так, а не иначе? Кто, в какой микроскоп видел, как молекула обвивается вокруг молекулы и с помощью других молекул заставляет мембраны сливаться?

Думаю, никто не станет спорить, что журналистам особенно полезно задумываться над такими «наивными»

вопросами. Сколько бы люди ни ругали средства массовой информации, все равно они будут ссылаться на написанное в статье или сказанное по телевизору, как на крупицу истины в сложном для понимания мире. А потому добросовестный журналист должен пользоваться только достоверными источниками, уметь различать факт, предположение и фантазию. Казалось бы, общее место — ну а как насчет науки? Легко задать уточняющий вопрос министру: на каком основании он утверждает, что денег в бюджете хватит и на школы, и на пенсии. Но спросить ученого, откуда он узнал, что причиной эпидемии является мутация в гене бактерии... Как-то даже неловко, глупо спрашивать. Вот и приходится журналистам, а вслед за ними читателям и слушателям брать на веру сомнительное и сомневаться в надежно доказанном.

А между тем среди читателей и слушателей есть большая группа людей, которым жизненно необходимо ясное представление о том, как работают ученые и откуда они берут свои факты, — это школьники, которые хотят стать биологами, физиками, химиками. Самостоятельные и лабораторные работы на уроках не дают представления о том, чем занимаются ученые. Дело тут даже не в бедности российской образовательной системы и не в плохой работе методистов, а еще и в том, что современная наука сегодня физически лежит за пределами школьной программы.

Конечно, это не значит, что школьные лабораторные работы совершенно бесполезны для тех, кто хочет стать ученым. И сегодня многие ботаники работают над гербариями, а физики собирают приборы, пользуясь простейшими схемами, — причем порой те и другие делают замечательные открытия. Давайте сейчас не будем говорить о том, во многих ли школах дети умеют пользоваться гербарной папкой и определителем растений или монтировать более сложные устройства, чем «лампочка-батарейка-тумблер». Но пусть даже школьные финансы (возьмем невероятный случай) позволяют установить в физическом кабинете спектрометр, а в биологическом — прибор для полимеразной цепной реакции. Много ли толку будет от них человеку, который по физике дошел до закона Ома, а по химии и био-

логии — уже знает фосфат, но еще не усвоил разницу между глюкозой и рибозой?

Тут уж ничего не поделаешь: сумма знаний, накопленная человечеством, стала слишком велика и не умещается в десять лет обучения. Даже если абитуриент, мечтающий стать биохимиком или молекулярным биологом, отлично усвоил школьную программу, он не имеет ясного представления, чем ему придется заниматься. ДНК для него — красивая структурная формула либо малоопытный текст из четырех букв. Фермент — картинка в учебнике и слово с окончанием «аза». Эксперимент — полстраницы текста. Как человеку узнать, действительно ли он хочет «изучать ДНК», если он не видел, как это изучение происходит, и сам не пробовал?

Возможно, было бы полезно организовать такую «программу EICOS» не только для научных журналистов, но и для школьников. И в самом деле, хорошие учителя стараются устроить для своих учеников что-то подобное, о некоторых таких попытках мы даже писали... Но вернемся в Геттинген.

На что похожа ДНК

Итак, перед нами, четырьмя журналистами, была поставлена простая и ясная задача: исследовать белок из семейства SNARE. Конечно, с нами играли в поддавки: вся информация, которую нам предлагалось получить в эксперименте, была нашим учителям уже известна и даже опубликована. (Читатели, интересующиеся молекулярной биологией, могут узнать подробности в открытой интернет-энциклопедии «Википедия»: http://en.wikipedia.org/wiki/SNARE_proteins.)

Тем не менее наша работа была организована совсем как у настоящих ученых: четверо абсолютно неподготовленных граждан проделали все (ну, или почти все) операции, которые требуются для изучения конкретного белка и его поведения в клетке. Предварительно с нами обсудили план экс-

перимента, добиваясь хотя бы общего понимания проблемы.

Вывод первый: тому, кто хочет работать в науке, не желательно, а необходимо свободное владение разговорным английским. Свободное владение — значит выше обычного школьного и туристского уровней. Наша группа, как уже сказано, была интернациональной. Но интернациональным был и институтский коллектив. Как нам рассказали на одной из лекций, среди докторов (Ph.D) в Институте Макса Планка почти 40% иностранцев. В лабораториях и семинарских комнатах мы встречались не только с немцами, но и с латиноамериканцами, индийцами, болгарами, один из наших тьюторов оказался канадцем; разумеется, есть в институте и русские, а где их нет? Сейчас идут споры о том, хорошо это или плохо, что науку заставляют говорить по-английски (см. об этом статью в ближайшем номере «Химии и жизни»). Но так или иначе, если вам четырнадцать лет и если вы избрали для себя вуз, в котором среди вступительных экзаменов не числится иностранный язык, это не значит, что английским вам можно заниматься менее серьезно, чем математикой или химией. Английский язык — это латынь современной науки: без него нет ученого.

Первый шаг очевиден: неплохо бы получить в наше распоряжение ген белка. Для этого стоит воспользоваться полимеразной цепной реакцией, а затем определить нуклеотидную последовательность полученного фрагмента с помощью секвенирования.

Здесь наши тьюторы немного отступили от правдоподобия. С этими процедурами мы знакомы не в начале нашей рабочей недели, а в середине. Несмотря на высокое совершенство современных технологий, мы бы не вписались в одну неделю, если бы действительно начали с выделения гена. Поэтому для опытов с белком нам дали готовый продукт, а с ПЦР нашу группу познакомили в свободное время. Впрочем, это само по себе производило сильное впечатление: для такой, казалось бы, сложной операции потребовалось несколько часов не слишком напряженной работы с перерывами на кофе.

Заодно наш тьютор (его зовут Николай, но он родился в Германии) рассказал нам историю открытия ПЦР и области его применения. Для меня не было ничего нового ни в прин-

Студенческий городок в Геттингене: из окошка на прохожих приветливо скалитесь почти настоящая голова мумии



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДК

ципах секвенирования по Сэнгеру, ни в разделении ДНК методом электрофореза, для читателей «Химии и жизни» — тоже (см. 2006, № 1). Но одно дело — теория, а другое дело — самому залить на подготовленную плоскость горячий раствор агарозы, опустить в него гребенку с прямоугольными зубцами и ждать, пока это «желе» застынет. А потом класть гель в прибор для электрофореза, заливать буфером и в карманы, оставшиеся после гребенки, аккуратно вводить препараты ДНК, подкрашенные синей краской с глицерином. Глицерин — чтобы раствор не расплывался в буфере, а ложился на дно кармана. Синяя краска, бегущая быстрее самых коротких молекул, — чтобы не продержат гель в электрическом поле слишком долго, иначе ДНК выбежит из него в буфер. А потом еще со всеми предосторожностями красить гель вредным для здоровья бромистым этидием и смотреть, как в ультрафиолетовом свете загораются розоватым светом полоски ДНК, чем короче молекула, тем дальше от старта... Коллегам-журналистам понравившись!

Но вот, будем считать, мы выделили ген белка (нашему вниманию поручили один из белков SNARE, встроенных в мембрану клетки — синтаксин 1А, далее просто синтаксин). Теперь по плану эксперимента нам предстоит личное знакомство с клетками ВНК.

Чистые руки журналистов

ВНК означает baby hamster kidney — клетки почек (а именно фибробласты) новорожденного хомячка. Услышав это разъяснение, кто-то из девушек говорит «ой». Тьюторы, Йохен и Фелипе, успокаивают нас: убивать маленьких зверушек не придется, клетки из почек хомячка получены давно и теперь живут самостоятельной жизнью в колбах и чашках Петри. Нам показывают термостаты, в которых лежат на полках плоские пластиковые флаги с красноватой жидкостью, — там они и подрастают при температуре 37°C и стабильной влаж-



ности воздуха. Наша задача: приготовить питательную среду, добавить к ней клеточную взвесь. Немного клеток отобрать и сделать трансфекцию — ввести в клетки ген изучаемого белка, а затем раскатать то, что получится, в стерильные планшеты на шесть лунок. В лунки предварительно положить тонкие стеклянные кружочки: эпителиальные клетки прикрепятся к этой твердой поверхности, тогда их удобнее будет смотреть под микроскопом. Все элементарно, правда? Мы скромно соглашаемся.

— Кто первый? — спрашивает Йохен. Коллеги-журналисты охотно пропускают вперед меня: Елена, дескать, имеет биологическую подготовку. Ага, только вот биологом я была двенадцать лет назад, а с клетками млекопитающих не работала вообще никогда, исключительно с простейшими и кишечной палочкой!.. Пытаюсь спрятаться за спиной Цено. Швейцарец не возражает: первым натягивает перчатки, моет руки спиртом из распылителя и садится на высокий стул перед боксом. Мы смотрим через его плечо.

В принципе, ничего страшного. Тьютор все время рядом, подсказывает, сколько нужно взять питательной среды, сколько витаминов, сколько антибиотиков (чтобы в богатой среде не расплодились бактерии вместо чувствительных и нежных хомячковых клеток.) Среда имеет интенсивно-красный цвет. Статьи, и получают ее из бычьей сыворотки... Но журналистскому воображению не дают разыграться: это не кровь и даже не гемоглобин, это индикатор, чтобы контролировать pH среды. (Йохен тут же объясняет моим коллегам без биологической подготовки, что такое pH.)

Сложность состоит лишь в том, что все должно быть стерильно. Антибиотики антибиотиками, но наша питательная среда слишком вкусная для микрофлоры: лучше подстраховаться. Все оборудование поставлено в стерильный бокс — вытяжной шкаф, в котором кроме обычной подсветки есть ультрафиолетовая лампа. Ультрафиолет включают заблаговременно, и все, что в боксе, тщательно облучается. Руки, протертые спиртом, следует во время работы держать внутри бокса, а уж если забыл что-то и сунулся наружу — протирай снова. Стеклянные пипетки — одноразовые, их надо вынимать из упаковок, а упаковки выбрасывать (руки, руки не высовывай, бросай на пол!).

Отдельная проблема для начинающих — микропипетки, или микродозаторы, более известные среди тех, кто ими пользуется, под именами «эппендорфов» или «пипетманов» (по

названиям производителей). Предназначены они для того, чтобы отмерять объемы менее миллилитра, вплоть до одного микролитра. Говоря по-простому, микролитр — это примерно один мелкий брызг; такое количество воды даже не капает. Вращая специальные колесики, на эппендорфе выставляют требуемый объем, затем берут его в кулак, насаживают сменный наконечник из коробки, большим пальцем нажимают поршень сверху и набирают в наконечник раствор. Переносят его куда надо, тем же поршнем выжимают раствор, наконечник сбрасывают специальным рычажком. Вроде бы все просто, однако чтобы набирать жидкость без пузырей и выдавливать в пробирку полностью — нужен навык.

Все здесь как в Москве, только немного лучше. Горелка включается не с помощью крана и спички, а педалью под тягой. (В пламени мы стерилизовали пинцеты и круглые покровные стекла, на которых будут расти клетки. Стекла тоненькие, будто слюдяные пленки. Их следовало брать пинцетом, обжигать, обрабатывать раствором полилизина, чтобы клетки лучше «прилипали», и аккуратно укладывать в круглые лунки планшета. Ну и не так уж много этих стекол мы, журналисты, раздавили! По одному на каждого, не больше.) Растворы в стеклянные пипетки засасывают, разумеется, не ртом и не грушей, а специальным пистолетом. И все, что в методиках заявлено одноразовым, одноразовым и является.

Эппендорф для меня предмет знакомый, я с ними работала несколько лет до того, как стала журналистом. Но и Цено управляет с микрообъемами и тонкими стеклышками очень ловко и аккуратно, с первого раза и практически без ошибок. «Ты что, уже пробовал это делать?» — спрашиваю его. «Нет, я в школе строил модели кораблей. Знаешь, такие маленькие». Ну, тогда понятно: занятия в чем-то похожие.

Одну из террас между корпусами института украшает скульптура Мыслителя. Глянешь на него и сразу поймешь, что наука — не сплошное развлечение



Вывод второй: ничего сакрального, недоступного простому смертному в повседневной лабораторной работе нет. Конечно, она требует терпения, тренировки и хотя бы минимума определенных способностей (по словам одной моей московской знакомой — примерно тех же, что и умение вкусно готовить), но простейшим манипуляциям с ДНК и клетками можно обучить даже самого неподготовленного журналиста. Думаю, каждый из нас четверых мог бы вполне успешно работать лаборантом.

Трансфекция, или перенос гена нашего белка (того самого гена, который мы должны были получить методом ПЦР) в клетки хомячка, делается с помощью электропорации. Клетки, погруженные в раствор, где содержится вектор — колечко ДНК с нашим геном, — помещают в специальную камеру и через раствор пропускают мощный электрический разряд (115 кВ). Что при этом происходит, точно не известно. Но видимо, в клеточной мембране появляются микроскопические разрывы, пропускающие внутрь ДНК, которые затем схлопываются. В питательной среде клетки оправляются от электрошока и принимают осваивать новую генетическую информацию, которую загнал в них разряд, — совсем как компьютер, после перезагрузки обнаруживший у себя на диске новую программу. Вектор устроен так, что белок, который закодирован во встроеном гене, обязательно начнет синтезироваться (как говорят специали-

сты, он стоит под сильным промотом). Независимо от того, нужен ли этот белок клетке.

Читатели, вероятно, спросят: что будет делать синтаксин в клетках почек хомячка? Синаптических контактов у этих клеток, как нетрудно догадаться, нет, и экзоцитоза нет. Вот на этот вопрос мы и должны были получить ответ. Если наш белок и в клетках ВНК станет встраиваться в мембрану, значит, информация, нужная для этого, заключена в нем самом. Если же нет — значит, в этом процессе участвуют еще какие-то факторы, специфичные для нейронов.

Три цвета клетки

Чтобы мы могли увидеть, какая судьба постигнет синтаксин в хомячьих клетках, к нему был привешен «фонарик» — белок EGFP (от enhanced green fluorescent protein), близкий родственник тех самых зеленых флуоресцентных белков, о которых мы писали в № 8 за 2005 год. (Кстати, один из сотрудников института очень удивился, когда я сказала, что фирма «Евроген», которая производит эти белки, находится в Москве.) Иначе говоря, для трансфекции брали ген не просто синтаксина, а химерного белка — синтаксина с флуоресцентным белком на конце. Предполагалось, что этот довесок не изменит основных свойств синтаксина, но сделает его видимым.

В этом мы убедились на следующий день. Каждый из нас смог посидеть за флуоресцентным микроскопом, в котором синий свет с определенной длиной волны, попадая на препарат, возбуждал зеленое свечение меченого белка. Чтобы лучше разглядеть мембрану, мы разрушили клетки ультразвуком — только лоскутки мембран с нижней стороны клетки, прикрепленной к стеклу, от них и остались.

Мы по очереди заглядываем в окуляры. Действительно, зеленое свечение на рваных лоскутках мембраны собрано в точки. Стало быть, наш синтаксин в мембране чужой для него клетки образовал микродомены, такие же, как в мембране нейрона. Один маленький шаг науки... Хотя, если уж говорить всю правду, — мы нашли эти микродомены не сразу и только благодаря подсказке Йохена.

Вывод третий: для проникновения в тайны природы недостаточно владения методиками. Чтобы распознавать реальные структуры в тех картинках, которые мы видим под микроскопом, нужны немалый опыт, знание предмета и еще (если вспомнить историю открытий в биологии), пожа-

луй, интуиция. Мало видеть, надо суметь понять, что видишь. А этому учатся гораздо дольше, чем владению микропипеткой.

Флуоресцентная метка, генетически привешенная к белку, — метод сравнительно новый и не во всех случаях применимый. Более традиционный метод — иммунофлуоресцентное мечение. Оно ожидало нас на следующий день, сразу после того, как мы отчитались по синтаксину на общем семинаре, в присутствии всех участников школы и организаторов, — почти таком же, как настоящие научные семинары, разве что более неформальном. (Хотя настоящие научные семинары тоже бывают разные.)

На этот раз мы отвлеклись от синтаксина и синапса и метили в клетках ВНК элементы, типичные для всех клеток млекопитающих: ДНК ядра, F-актин и бета-тубулин, из которого состоит цитоскелет — опорная система клетки. ДНК окрасили синим красителем, актин — токсином мухомора фаллоидином, к которому был пришит родамин, светящийся красным, тубулин же как раз и метили с помощью антител. Первичные антитела, произведенные лимфоцитами кролика против тубулина, взаимодействовали с ним, а затем уже на них садились вторичные антитела — из клеток мыши против кроличьих антител, и на этих-то антителах была зеленая флуоресцентная метка. (Такая «двуслойная» схема позволяет метить одним и тем же препаратом светящегося антитела разные белки, предварительно помеченные кроличьими антителами.)

Теперь нам предстояло работать с убитыми и зафиксированными клетками, мембраны которых разрушены, — как иначе краситель достигнет внутриклеточных структур? Поэтому действие переместилось из стерильного бокса на обычный лабораторный стол. Возьми пинцетом покровное стекло, зафиксируй клетки, отмой; опусти в специальный раствор, чтобы избежать неспецифического связывания, отмой; опусти в раствор первичного антитела, отмой несколько раз; опусти в раствор вторичного

антитела, отмой несколько раз... и так далее. Пока мы добрались до последних пунктов протокола эксперимента, даже профессиональное журналистское любопытство начало угасать.

Зато на следующий день наши труды были вознаграждены. Флуоресцентный микроскоп показал нам еще более впечатляющие картинки: сначала синие пятна ядер, потом зеленые ячеистые структуры (тубулин располагался ближе к поверхности клетки), потом обширные красные сети актина. Глядя в окуляр, мы не можем видеть все три краски сразу: поскольку микроскоп посылает на препарат луч света с определенной длиной волны, на него отзывается свечением лишь один из красителей. Но специальная программа (а современная микроскопия не обходится без компьютера, сохраняющего изображение в цифровом формате, — это куда практичнее фотоаппарата!) легко позволяет обойти это затруднение, совмещая три изображения в одно. После этого мы увидели на мониторе наши скромные хомячьи клетки ярко раскрашенными в три цвета.

Вывод четвертый: методики научной работы могут показаться утомительными, особенно если они придуманы не нами, но при строгом их соблюдении игра стоит свеч. Интуиция интуицией, но если вы, как учит нас Роберт Шекли, сумели правильно задать вопрос, то получите четкий ответ. Не все в природе так зыбко и неясно, как полагают некоторые современные философы. Имеются у естественных наук и установленные факты, и бесспорные истины.

...Здесь рассказано далеко не обо всем, что мы увидели и услышали в Институте Макса Планка за эти семь дней. А главный вывод, пожалуй, такой: наука в глазах обывателя окружена тайной не потому, что ученые что-то скрывают, и даже не потому, что наука в принципе слишком сложна для понимания. Может быть, все дело в недостатке любопытства?





Сергей Днепров

Глаза василиска

— **Г**осподин, купите ковер, всего шестьсот сольдо! Незаменимая вещь для опытного путешественника. Не шумит, быстр как птица, легок в управлении, места не занимает, можно на себе носить, — навязчиво тараторил рыночный зазывала.

— Ну и что я с ним буду делать, по-вашему? — раздраженно отмахнулся Иов.

Теперь за дело взялся торгош:

— Да вы только взгляните на него, это же произведение искусства! Такой не стыдно на стену повесить, гостям показать. Орнаменты ручной работы. — И он буквально ткнул под нос Иову уголок ковра.

— Зачем мне на стене летающий ковер?

— Не летающий, господин, а ковер-самолет. Летающий — сам летает где и когда ему, супостату, в голову взбредет. Газет такими не торгует, Газету престиж и уважение

покупателей превыше наживы. Да и много ли тех, кому удалось поймать летающий ковер? Нет, господин, я вам настоящий ковер-самолет предлагаю. Если не себе, так детям, внукам потеха, а потом и их внукам и правнукам их внуков. Износу нет такому совершенству.

— Да не нужен мне твой ковер! — вспыхнул Иов и оттолкнул торгоша. Но добавил, извиняясь: — Я слышал, будто на вашем рынке виноград купить можно. Супруга у меня с Клио-четыре, отродясь такого лакомства не пробовала. Вот, порадовать хочу.

— Виноград? — Торговец осекся, посуровел взглядом и приложил палец к губам. Воровато огляделся и, не заметив ничего подозрительного, жестом поманил Иова в свою палатку.

Заинтригованный Иов пошел следом. Газет задернул ширму, огораживавшую вход в палатку, открыл дверцу



холодильника (Иов знал, что это именно холодильник, ибо не раз видел подобное на захудалых планетах) и извлек из него медное блюдо. Осторожно держа его двумя руками, словно несметное сокровище, он поставил блюдо на стол.

— Вот, — выдохнул благоговейно, — тысяча сольдо за виноградину.

— Тысяча? — Иов опешил. — Это что, алмазы?

— Алмаз в пустыне растет, кто даст хорошую цену за камень? А виноград... Бери, господин. Дешево отдаю. К другим не ходи, обманут. Нравы нынче... — Газет закатил глаза к небу и сокрушенно потряс головой.

— Так у тебя и гроздь-то неполная, вон, наполовину ощирана.

— Господин всю гроздь купит?! — Торговец округлил глаза. — У нас на Темзе такое не всякому богачу по карману. Но я тебе даже скидку сделаю. Всю гроздь за двадцать пять тысяч отдам. Хорошая цена, почти в убыток Газету. Нравишься ты мне, господин. Хочу, чтобы еще приходил, потому дешево отдаю. И ковер в придачу — все за двадцать пять отдам, детишек порадуеться.

Иов произвел в уме нехитрые подсчеты. Получалось, что за гроздь винограда и ковер он отдаст пятьсот кредитов — не слишком-то большая сумма для пилота второго класса. Но для солидности следует поторговаться, иначе в следующий раз торгаш заломит такую цену!.. А будет ли он, следующий раз? За двадцать лет службы в компании Иов еще ни разу не бывал дважды на одной планете.

— Хорошо, — вздохнул он недовольно, — беру. Некогда мне торговаться, отлет скоро.

Газет бережно переложил виноград в специальный контейнер и благоговейно преподнес его Иову.

— Завершим сделку?

Они подошли к кассовому аппарату и на мгновение вложили ладони в специальные ниши-идентификаторы. Сделка оформлена.

Иов поблагодарил и направился к выходу, сжимая в руке заветный контейнер.

— Эй, — окликнул Газет, — а ковер?

Иов на ходу обернулся и сказал раздраженно:

— Да на черта мне сдался твой ковер?

— Ваш ковер, господин. Вы купили. Я не имею права хранить у себя ваши вещи, у меня нет специального разрешения. Вы обязаны забрать его, иначе Газет вызовет полицию. Мне не нужны неприятности.

— Хорошо, — нехотя согласился Иов, — давай его сюда. А кстати, что это за разрешение?

— Разрешение на хранение вещей, принадлежащих не гражданам Темзы. Сущий пустяк, господин, вам не стоит беспокоиться.

— Ладно, ладно, заворачивай...

Ковер оказался на удивление легким и компактным. Иов взял его под мышку и направился к выходу.

— Не забудьте зайти в административный корпус, — бросил вслед Газет.

— Зачем?

— Зарегистрировать летное средство.

— А, чтоб тебя!.. — беззлобно проворчал Иов, не оборачиваясь.

По счастью, административный корпус находился напротив парковки. На входе Иова задержал охранник:

— Чего надо?

— Ковер зарегистрировать.

— Самолет, что ль?

— Да.

— А права есть?

— Не понял.

— Ну, права на владение и управление ковром-самолетом.

— Я его купил, — ответил Иов растерянно.

— Ну и че? А права?

— Я пилот второго класса.

— Это ты на своем корыте пилот. А у нас тут порядок. Есть права — летаешь на здоровье, если ты гражданин, конечно. Нет прав — ковер конфискуется в трехдневный срок в пользу того, кто тебя с ним поймал. Когда купил?

— Сегодня. Только что.

Охранник достал из кармана какой-то прибор и сунул его под нос Иову:

— Дыхни!

Иов повиновался.

— Точно, не врешь, жаль, ковер-то почти новенький.

— Да забери ты его, — отмахнулся Иов, — на черта он мне сдался! Морока одна, а у меня отлет скоро.

— Ну, приходи, как срок выйдет. Обязательно возьму, отчего ж не взять-то, когда за так отдаешь.

— Какой срок?

— Три дня, я ж сказал.

— Есть идея. Я сейчас выйду, а ковер — ну, случайно — забуду здесь. Понял?

Охранник важно кивнул. Иов, как бы невзначай, опустил руку с ковром на журнальный столик. Коврик плавно скатился на гладкую поверхность, и Иов, насвистывая, покинул здание. До отлета еще есть время, чтобы полетать по планете, посмотреть достопримечательности.

«Уазик» весело мигнул, узнавая хозяина, и защитная сфера «яйца» растворилась, обнажая взору кресло водителя. Иов сел, расслабился, закрыл глаза. «Яйцо» едва ощутимо дрогнуло, ожидая приказаний.

— Стойте, подождите!

Иов открыл глаза и выругался. К нему бежал охранник, размахивая над головой «забытым» свертком.

— Что-то случилось? — вежливо спросил Иов.
— Вы ковер забыли! — проговорил охранник, широко улыбаясь и подмигивая.

— Надо же! — деланно изумился Иов. — Чуть не улетел без него. Спасибо вам огромное!

— Полторы тысячи сольдо, — кивнул охранник, все так же улыбаясь. — Я сообщу на таможду, с вас удержат.

— За что?

— За находку. Вы можете отказаться, тогда я отдам его в бюро находок, и там с вас возьмут пять тысяч сольдо.

— Но этот ковер не стоит таких денег. За пять тысяч я могу купить восемь таких ковров, взамен одного, потертанного, который, кстати, достался мне бесплатно.

— Ковер, может, и не стоит. А вот за услуги надо платить, таков закон. Вас не выпустят с планеты, пока вы полностью не рассчитаетесь с правительством. Так что — ковер забираете? Или я отдаю его в бюро?

— Забираю, — скривившись, выдавил Иов.

— Возьмите. — Охранник протянул ковер и уходя добавил: — Через три дня жду, как и договаривались.

— Черта лысого ты у меня получишь! — тихо прошипел Иов. Закрыв глаза, откинулся на спинку кресла, попытался расслабиться. Кресло, чутко улавливая малейшие колебания в настроении хозяина, откинулось, приняло горизонтальное положение. Включился массаж. Через пару минут Иов почувствовал, что силы вернулись к нему, душевное равновесие восстановлено. Он открыл глаза, кресло поднялось, и «уазик» плавно оторвался от земли.

Иов гнал не сильно, ему хотелось рассмотреть Темзу, покружить над барханами, увидеть норы василисков. Жаль, что он отказался от экскурсии, а все этот виноград! Да еще ковер, чтоб он сгорел вместе с лавкой хозяина-мошенника! Еще и на таможде, поди, проблемы начнутся. Зарегистрироваться надо, видите ли! Ну да ладно, эта проблема решаемая. Пролетая над пустыней, Иов свесил руку, и из нее выскользнул сверток с ковром. Так-то лучше. Нет ковра, нет неприятностей. Но настроения все равно уже не было. Захотелось домой. «Уазик» повиновался, плавно покачнувшись в воздухе, словно раздумывая, вспыхнул серебряной молнией и исчез. Через мгновение Иов уже был в порту.

На таможенном терминале начались неприятности. Иов даже не удивился, когда у него потребовали предъявить ковер-самолет.

— Я потерял его.

— Очень жаль, сэр, но у нас на Темзе действуют очень строгие законы в отношении неграждан и их имущества. Мы не сможем пропустить вас, до тех пор, пока вы не представите нам все заявленное имущество.

— И где же я вам его возьму?

— Ищите. — И таможенник безразлично пожал плечами.

Никогда в жизни Иов не позволял себе ругаться матом, но иногда так хочется!.. Чиновники, явно обалдевшие от этого, испуганно вжали головы в плечи. Когда словесный запас иссяк, Иов сплунул им под ноги, круто развернувшись и зашагал к «яйцу».

Машина мгновенно перенесла его туда, где он сбросил злополучный сверток. Правда, ковра на месте не оказалось. Но присутствовала огромная нора. Василиск? Кажется, влип.

Иов осторожно приблизился к краю норы и заглянул внутрь. Темно. Что он знает о василисках? Ящерица, завезенная с Земли в период первой волны колонизации, которая затем мутировала, кажется, плотоядная.

Он мысленно приказал «яйцу» приблизиться и посветить. «Уаз» плавно подплыл к входу в нору и засиял. В глубине норы вспыхнули два огромных зеленых глаза. Хозяин дома. Внутри у Иова все похолодело. Глаза смотрели на него не мигая, и наконец из глубины норы раздался хрипловатый приглушенный голос:

— Фары погаси.

— Что? — робея, переспросил Иов.

— Я сказал: туши свет, спать не даешь.

— Кто ты? Что ты там делаешь?

— Живу я тут. Если свет не вырубешь, я выползу. Тогда пеняй на себя.

«Яйцо» погасло.

— Так-то лучше, — сказал голос, и послышалось легкое посапывание.

— Э, простите...

— Чего еще?

— К вам в нору сверток не попадал?

— Ты в своем уме, чел?

— Простите, я просто подумал...

— Че упало, то пропало. — Теперь из норы послышалось сдавленное кряхтение, вероятно смех.

— Я заплачу.

— Конечно, заплатишь. Две тысячи сольдо, и я скажу, где искать.

— Простите, господин... э, василиск...

— Что, где?! — В пещере послышались шум и грохот.

Иов оцепенел. Он давно бы уже прыгнул в машину и умчался прочь, но ноги буквально вросли в песок. Прощай, жизнь, супруга, неродившиеся дети!

Через мгновение из норы выскочил грязный, взбудораженный, с расширенными от страха глазами человек.

— Где, где? — закричал он, вцепившись в одежду Иова.

— Кто?

— Василиск!

— Я думал, это вы...

— Мжик, ты че, спятил?

Иов наконец рассмотрел собеседника. Мужчина среднего возраста, от тридцати до ста лет, невысокий, плотный. Густая черная борода, из-под кустистых бровей — маленькие воспаленные глаза.

— Ну ты че, чел? Язык проглотил?! Где ты василиска увидал?

— Я... — Иов отчаянно пытался собраться с мыслями. — Дело в том, что, пролетая мимо, я выронил очень важный для меня сверток, а когда спустился...

— Слышь, мжик, че ты мне тут несешь? Где василиск?

— Там. — Иов кивнул на нору.

Бородач оцепенел, затем трясущейся рукой приложил палец к губам и прошептал:

— Посвети!

«Яйцо» засияло приглушенным матовым светом. Из темноты на них по-прежнему смотрели немигающие глаза.

— Видишь? — еле слышно спросил Иов.

— Ну ты, мжик, козел! — так же шепотом ответил бородач, прошел в нору и тут же вернулся, держа в руках два больших зеленоватых камня.

— Где ты видел глазастого василиска, придурок?

— Простите... я не местный.
— А, ладно! — Бородач махнул рукой. — Меняла есть?
— Что?
— Ну, расплачиваться как будешь? Или сверток тебе уже не нужен?
— Нужен. У меня машина оборудована.
— Хорошо, — кивнул бородач, — пойдём приложимся. Две с половиной тысячи.

— Две, — поправил Иов. — Вы говорили...
— Пятьсот за шутку с василиском. Надо ж, дурак, поверил! Они уж лет двадцать как вымерли!

Иов не стал спорить. Они возложили руки на «яйцо», и сделка была оформлена.

— В бюро находок я твой сверток сдал. Они за тобой прям вслед летели, чутье у них, что ли... На таможне получишь.

Иов беззвучно выругался. Уже садясь в кресло, он спросил:

— А что вы тут делаете? Один, в пустыне?

— Че, не видишь? Камни собираю. — Бородач демонстративно подбросил в руке один «глаз». — Драгоценные. Вот, нашел два необычных экземпляра, открытие сделал небось. Тока как назвать, не знаю.

— А так и назовите: «Глаза василиска».

— Точно. А ты толковый, мжик. На вот, держи. — И бородач сунул один из камней в ладонь Иова.

— Нет, спасибо, мне и так проблем с таможней хватает.

— Да ты че, мжик? Ну, святая простота! Это ж подарок. Ты че, закон не знаешь? У нас на Темзе все, что дарено, ни налогами, ни таможней, ни... В общем, твое оно навеки. Вот если бы купил, то да, это проблемы.

Иов побагровел от злости и обиды. Он уже не знал, что ему сделать с этим человеком — убить или сердечно благодарить. Так и распрощались — молча.

На таможне Иову торжественно, после необходимых вычетов, вручили «утраченный» ковер-самолет, и Иов, столь же торжественно, преподнес его в дар одному из таможенников. Теперь он смог наконец беспрепятственно пройти внутрь космопорта.

Через сорок минут стартовал челнок, который унес Иова на орбиту Темзы, где его ожидал космический корабль. А тем временем на таможне разгорелся нешуточный спор между Газетом и чиновниками.

— Газет, дорогой, пятьдесят процентов и ни сольдо меньше!

— Да вы просто грабите меня средь бела дня! Если бы не мой ковер, жить вам на одну зарплату и питаться виномградом!

— Когда-нибудь эти туристы дойдут до полиции, и плакал твой бизнес. Мы не хотим рисковать своим местом за жалкие тридцать процентов.

— Если буду платить пятьдесят, тогда точно — плакал бизнес. Заплати охране администрации, это раз, патрулю полиции, это два, и еще поисковику в бюро находок! Где Газет возьмет столько денег, если станет платить вам пятьдесят? А с клиентами у Газета всегда чисто. Только пилоты торговых компаний. Они всегда торопятся и никогда не возвращаются. Будьте спокойны, Газет дело знает.



ФАНТАСТИКА

— Слушай, Газет, а он у тебя вообще летает?
— Обижаешь, дед летал! А как появились эти «яйца», кому стал нужен ковер-самолет?

Вахта Иова была первой. Отстояв свои два часа, он, усталый, вернулся к себе в каюту. Ну а потом, дома, его ждала жена. Едва он вошел, она кинулась к нему, ласково мурлыкая в ухо, и всю усталость как рукой сняло.

— Привет, дорогой, я так соскучилась! Почему не зашел перед стартом? Я приготовила тебе сюрприз.

— Опаздывал. Замотался совсем на этой Темзе. А что за сюрприз?

Она взяла его за руку и повлекла в столовую. Там, на праздничном столе, стояла среди прочих яств корзина винограда.

— Ты прав, дорогой, это такая вкуснятина! В буфете космопорта набрала, не удержалась. Один сольдо за килограмм, это же даром!

— Да, дорогая. — Иов чувствовал, что багровеет. — Спасибо, — процедил, стараясь удержать себя в руках. — У меня тоже для тебя сюрприз.

Он вытащил из кармана зеленый камень и протянул супруге.

— Неужели это то, о чем я думаю?

— А о чем ты думаешь?

— Глаз василиска? — Она смотрела на него с недоверием и еле сдерживаемым восторгом.

— Как ты узнала? — изумился Иов.

— В новостях увидела. Его сегодня нашли на Темзе. Один экземпляр. Коллекционеры беснуются, там такие суммы называют! — Она внезапно осеклась и чуть отстранилась, глядя на мужа с лукавой укоризной. — Ты украл его!

— Ради тебя, дорогая, я вырвал бы его из головы василиска, но мне его просто подарили. Это брат-близнец того, о котором сообщали в новостях.

Она засмеялась и упала в его объятия. Жизнь налаживалась.





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Человек в роли пакофага

Растущие горы мусора, большую часть которого составляет упаковка товаров, в том числе продуктов питания, навевают мысли о том, чтобы кто-нибудь переработал (а лучше всего — съел!) все эти пакеты, коробки, обертки и прочее. Под «кем-нибудь» обычно подразумевают микроорганизмы, специально для них собираются синтезировать биоразлагаемые полимеры. А как насчет основного потребителя — человека?

Идея съедобной упаковки не нова: достаточно вспомнить лаваш, в который заворачивают шаурму, или вафельный стаканчик для мороженого. О том, как расширить области применения съедобной «тары», говорили на ежегодной конференции Института пищевых технологий, основанного в Чикаго в 1939 году. Конференция проходила 24–28 июня 2006 года (по сообщению агентства «News Wise» от 27 июня 2006 года).

«Съедобные пленки, сырьем для которых служат белки сыворотки, переработанная целлюлоза или желатин обладают огромным потенциалом. Из них можно делать обертки, пакеты, оболочки и прочие детали упаковки. Главное — подать потребителю съедобную упаковку в такой форме, чтобы он не побрезгивал ее съесть», — утверждает Претина Титория из американской компании «Leatherhead Food International». Один из удачных примеров — комплект из кусочков мяса и соуса карри, расфасованных в разные пакетики. Во время приготовления блюда пленка пакетиков плавится и превращается в один из компонентов соуса. Пригодится водонепроницаемая съедобная упаковка и для пирога с ягодной начинкой: он будет хорошо пропекаться и из него ничего не вытечет. А испанские ученые придумали пленку из геля алоэ для сохранения свежести овощей и фруктов.

Интересный вариант предлагает Маар Ньето из компании «TIC Gums»: съедобные пленки с сыром и кетчупом. Покрытие из них наносят на заготовку для гамбургера, а во время приготовления пленка плавится, освобождая содержимое. «Нас попросили сделать такие пленки производители гамбургеров, и мы их заказ выполнили. Однако сомнительно, что для них найдется место на рынке, — хозяева ресторанов быстрого обслуживания наверняка решат, что такие пленки обойдутся им слишком дорого», — говорит Маар Ньето.

Зато можно с уверенностью предположить, что, если съедобная упаковка не понравится человеку, она уж точно придется по вкусу добровольным «санитарам» большого города: воронам, крысам, мышам, бродячим кошкам и собакам.

С.Анофелес

Пишут, что...



...к 2025 году 75% населения Земли будут жить не далее чем в 100 км от моря, а в начале XXI века это число составляло 60% («CNRS International Magazine», 2006, № 3, с.22)...

...осушение торфяников не прекращает, как считалось до сих пор, выделение из них метана в атмосферу («Агрохимия», 2006, № 6, с.54–62)...

...цианобактерии можно использовать для очистки вод и почв от нефтяных углеводородов («Вестник Московского университета. Серия 16. Биология», 2006, № 2 (апрель — июнь), с.24–29)...

...разработана технология резки металла мощным CO₂-лазером («Прикладная механика и техническая физика», 2006, т.42, № 4, с.176–184)...

...предложен метод дозиметрии, основанный на измерении свечения воздуха («Приборы и техника эксперимента», 2006, № 3, с.129–131)...

...основной причиной отдаленных последствий радиационного облучения могут быть не мутации, а вызванная облучением нестабильность клеточного генома, например, из-за нарушения механизмов репарации и апоптоза («Радиационная биология. Радиоэкология», 2006, т.46, № 3, с.322–336)...

...молекула — кандидат на роль лекарства в процессе оптимизации, как правило, увеличивается в объеме и становится более липофильной («Российский химический журнал», 2006, т. L, № 2, с.5–17)...

...в московской популяции обнаружен аллель гена, наличие которого у человека связано с повышенным риском развития инсульта («Генетика», 2006, т.42, № 6, с.858–861)...

...у цианобактерий найдены белки, которые отвечают за суточные ко-

лебания активности генов, — эти белки каждые 24 часа свертывают и распаковывают клеточную ДНК («Proceedings of the National Academy of Science of the USA», 2006, т.1003, № 22, с.8564—8569)...

...женщины лучше, чем мужчины, запоминают слова, сказанные в левое ухо («Журнал высшей нервной деятельности», 2006, т.56, № 3, с.327—333)...

...предложен компьютерный метод оценки качества спермы рыб («Вопросы ихтиологии», 2006, т.46, № 3, с.384—392)...

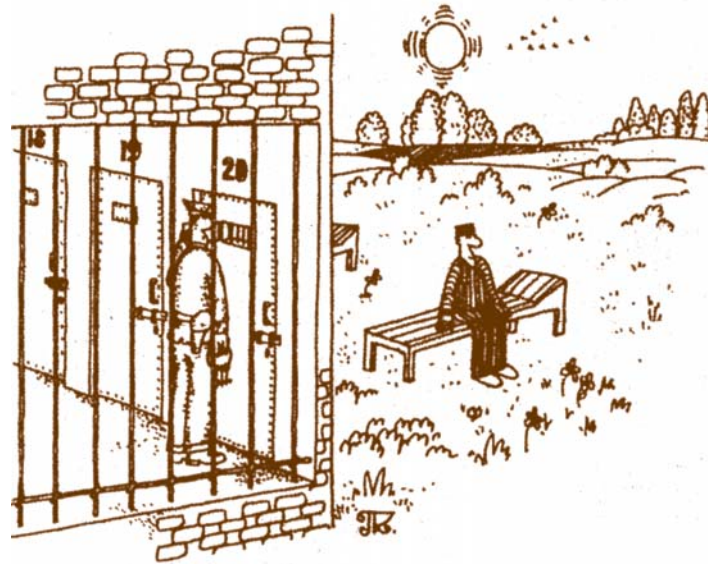
...птицы конюги с островов Арктики выделяют альдегиды с цитрусовым запахом, которые играют роль репеллентов, отпугивающих mosкитов в летнюю пору («Science», 2006, т.323, № 5783, с.37)...

...ученые до сих пор не пришли к единому мнению по поводу того, с помощью каких органов зубатые киты издают звуки: «на подозрении» гортань, три пары воздушных мешков и наружные носовые проходы («Успехи современной биологии», 2006, т.126, № 3, с.297—304)...

...исследован аминокислотный, жирнокислотный и углеводный состав сока различных видов березы («Растительные ресурсы», 2006, т.42, вып.2, с.69—77)...

...снижение налогов в странах Центральной и Восточной Европы не будет способствовать уничтожению теневой экономики, так как корреляция между уровнем налогов и уровнем неформальной экономики до сих пор не обнаружена («Известия РАН. Серия географическая», 2006, № 3, с.67—75)...

...состояние невесомости в экспериментах на крысах с разрешения Российского национального комитета по биоэтике моделируется вывешиванием за хвост («Нейрохимия», 2006, т.23, № 2, с.156—158)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Мышиное сопереживание

Не одни приматы способны сострадать соседу. Мышь острее переживает боль, если ее испытывает сородич. Но только если они находятся в одной клетке.

Сотрудники канадского университета Мак-Гилла (Монреаль) провели эксперимент, в ходе которого давали подопытным мышам выпить немного уксуса. Это вызывало у грызунов рези в желудке примерно на полчаса, заставляя бедных зверушек дрогаться от неприятных ощущений.

Если едкий напиток предлагали одновременно двум незнакомым между собой мышам, они корчились не слишком сильно, быть может не рискуя обнаружить перед возможным противником собственную незащищенность. Но как только рядом оказывался угостившийся уксусом сосед по клетке, ситуация менялась коренным образом: внешние проявления дискомфорта становились гораздо сильнее у обоих зверьков, причем они начинали двигаться почти синхронно. Та же ситуация повторилась, когда у животных вызывали воспаление на лапке.

Конечно, вряд ли речь идет о сопереживании в человеческом смысле — для этого необходимо понимание того, что другой страдает. Скорее всего, важную роль здесь играют феромоны, позволяющие не только распознать знакомого, но и оценить его состояние. К тому же мышам обязательно надо видеть собрата, чтобы поставить себя на его место (по сообщению агентства «New Scientist» от 6 июля 2006 года).

Авторы исследования полагают, что полученные данные позволяют с уверенностью утверждать: сочувствие, сопереживание уходят своими корнями в физиологию гораздо глубже, чем считалось до сих пор.

Е. Сутоцкая



М.П.ЛЕБЕДЕВОЙ, Пермь: В найденном вами рецепте окраски волос начала XX века хенна — это, разумеется, хна, *Lawsonia inermis*, а ренгом или ренгой называли басму *Indigofera tinctoria*; как видите, этот рецепт отнюдь не забыт.

В.Д.ТЕПЛОВУ, Смоленск: Рецепт приготовления прозрачного геля для свечей достаточно сложен: при нагревании смешивают 5 г желатина, 25 мл глицерина и 20 мл воды, когда раствор становится прозрачным, добавляют к нему 2 г таннина, предварительно растворенного в 10 мл глицерина (нужно брать растворимый в воде, белый таннин), а затем раствор полагается долго кипятить, пока не испарится вся вода и не исчезнет муть.

АЛЕКСАНДРУ, вопрос из Интернета: Вы правы, нашатырным спиртом можно удалять с поверхности медных изделий и красноватую закись меди, и черно-зеленые окисы; некоторые специалисты рекомендуют также трилон Б, мел и соду; изделия из меди, более крупные, чем монеты, можно чистить «уксусным тестом» — смесью муки и столового уксуса.

Л.А.МАНИНУ, Санкт-Петербург: Аскарит не имеет никакого отношения к аскаридам: это асбест, пропитанный раствором щелочи, который применяется для поглощения CO_2 .

Н.В.КАПЛАНУ, Рязань: Хранить цифровые фотографии на карте, вынутой из фотоаппарата, можно, но не дольше определенного срока (обычно около года) — после этого в отсутствие питания картинки гарантированно пропадут; впрочем, скорее всего, они начнут портиться гораздо раньше, например, из-за воздействия магнитных полей.

Н.О.ГОЛАВЛЕВОЙ, Москва: Старые словари помещают ударение в слове «кишечнополостные» на предпоследний слог, но последние издания допускают и вариант «кишечнОлостные»; как нам представляется, среди биологов более распространен именно последний вариант.

ДЕНИСУ, вопрос из Интернета: Совсем не очевидно, что субъективное время человека течет медленнее, когда он спит: некоторые специалисты по сомнологии считают, что все наоборот — человек может в течение нескольких секунд увидеть сновидение, события которого в реальной жизни заняли бы куда более продолжительное время.

АВТОРАМ ФАНТАСТИЧЕСКИХ РАССКАЗОВ: Как и в прошлом, и в позапрошлом году, желающие опубликовать свое произведение в «Химии и жизни» могут принять участие в нашем конкурсе фантастических рассказов на сайте zhurnal.lib.ru; сожалеем, но мы не рассматриваем рассказы вне конкурса и не оказываем услуг по технической поддержке для тех, кто не имеет доступа к Интернету.

Художник Е. Станикова



Журавль в небе

Вновь осень желтым сном на севере земли,
Вновь к югу за теплом собрались журавли...
Николай Соболев

Вряд ли найдется народ, близко знакомый с журавлями и не испытывающий к ним самых добрых чувств. Вот и наш серый журавль, по-латыни *Grus grus L.* — любимый персонаж песен, сказок и стихов, пример верности родине и супругу (или супруге). И по внешним данным журавли — прямо кинозвезды. Судите сами: птица «фактуристая», редкая, заметная, размах крыльев — до 2,4 м. А какая пластика! Полет легкий, неспешный и плавный. Журавли сильны и выносливы,



во время перелетов на зимовки пролетают до 6 тыс. км. Они еще и танцуют! Но главное их украшение — голос: звучный, глубокий, мелодичный, слышимый порой с расстояния в несколько километров. Репертуар богатый: трубные торжественные дуэты, разнообразное курлыкание, круканье, клыкание.

Как настоящие кинозвезды, журавли берегут свою личную жизнь от посторонних глаз. Размножаться начинают поздно — в три-четыре года. Гнездо строят на земле, обычно выбирая труднодоступные участки болот и заболоченных лесов. Хорошо заметные весной и осенью, в гнездовой пе-

риод они очень осторожны. Еще бы, их драгоценное потомство так уязвимо. Птенцов всего один-два, и то не каждый год. Пуховички почти сразу же после вылупления способны следовать за родителями, и пока они не встанут на крыло, семья бродит пешком и добывает пропитание на своем болоте. В это время взрослые иногда линяют (один раз в два-четыре года) и на пять недель теряют способность к полету, так что, если их кто-то побеспокоит, журавли вместе с птенцами убегают — почти как страусы. Участок у журавлей большой, и они строго охраняют его от соседних пар.

Но осенью журавли стремятся в ком-

Подробнее о Рабочей группе по журавлям Северной Евразии вы можете узнать на сайте www.rbcu.ru (в разделе «Рабочие группы»).

А о своих встречах с осенними стаями обязательно пишите: 123242, Москва, ул. Большая Грузинская, 1, Московский зоопарк, Рабочая группа по журавлям Северной Евразии, Ильяшенко Елене, или по электронной почте на адрес RBCU@online.ru, с пометкой «для РГЖ».



КСТАТИ О ПТИЦАХ

панию и к концу августа образуют на полях, как говорят орнитологи, предлетные скопления. В этих скоплениях птицы проводят почти весь сентябрь и задерживаются до первых заморозков. Отлет на юг часто происходит дружно: подует северный ветер, журавлиные стаи неспешно поднимаются высоко в голубое небо, с курлыканьем наберут высоту, сделав последний круг над золотыми полями, и — до следующей весны, родина!

Осенние скопления бывают и маленькими, и очень большими — до нескольких тысяч птиц. В средней полосе России стаи обычно кормятся на полях и лугах, предпочитая стерню зерновых и посевы озимых, а ночевать улетают на окрестные болота. Скопления формируются там, где подходящие болота соседствуют с полями и где птиц не тревожат. Таких мест немного: до перестройки в европейской части России насчитывали всего около 14 крупных (более 300 птиц) скоплений. Но теперь из-за экономического кризиса полей стало меньше. Например, в одном из крупнейших скоплений, в заказнике «Журавлиная родина» под Москвой, площадь посевов зерновых сократилась в 3,7 раза, а численность отдыхающих журавлей упала с 1700—3000 птиц до 300—700. Куда же они делись? Предполагают, что сейчас происходит стремительное перераспределение птиц, и все больше становится мелких скоплений. Чтобы помочь орнитологам выяснить, так ли это, вы тоже можете принять участие в сентябрьских учетах. Присоединяйтесь!

Член Рабочей группы по журавлям Северной Евразии
Ольга Волошина

СИГМА-АЛДРИЧ РУС

Дочерняя компания
корпорации
Sigma-Aldrich

134000
наименований
химреактивов
и лабораторного
оборудования

возможность
оптовых
заказов

бесплатная
доставка до
дверей клиента
с соблюдением
температурного
режима

срок поставки
от 14 дней

возможность
заказов через
международных
грантодержателей

методическая
и консультационная
поддержка

гибкая система
скидок

гарантии качества

система заказов
реактивов
через интернет

000 "Сигма-Алдрич Рус", Россия, Москва, ул. Макаренко, д.2/21 строение 1
Tel./Fax: 621-5828; 621-5923; 621 -6037;
mail: ruorder@sial.co ; www.sigma-aldrich.com

 SIGMA

**We are committed to the success of our Customers, Employees and Shareholders
through leadership in Life Science, High Technology and Service**

The SIGMA-ALDRICH Family SIGMA ALDRICH Fluka Riedel-de-Haan SUPELCO ISOTEC