



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

7 / 2017







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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:
Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клещенко
Главный художник
А.В.Астрин

Редакторы и обозреватели
Л.А.Ашкинази,
В.В.Благутина,
Ю.И.Зварич,
С.М.Комаров,
В.В.Лебедев
Н.Л.Резник,
О.В.Рындина

Подписано в печать 21.06.2016

Адрес редакции
19991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8
Телефон для справок:
8 (495) 722-09-46
e-mail: redaktor@hij.ru
http://www.hij.ru

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Питера де Хоха «Пустой
стакан». Хорошо это или плохо, спирт-
ное играет важную роль и в мировой
культуре, и в науке. Подробности в
статье «Вино глазами химика».

Содержание

Проблемы и методы науки

КАПЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР ИЗ СИБИРИ. М.И.Носоновский	2
КАПЕЛЬНАЯ КИБЕРНЕТИКА. С.М.Комаров	6

Элемент №...

БОР: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. Я.А.Найчук, М.П.Лябин	10
---	----

Проблемы и методы науки

ГЛЯДЯ В БЕЛУЮ ТРУБУ. С.М.Комаров	12
--	----

Хемоскоп

КОСТЬ МОЖНО СДЕЛАТЬ ПРОЗРАЧНОЙ. В ЭКСПЕРИМЕНТЕ МИЛЛЕРА – ЮРИ ПОЛУЧЕНЫ КОМПОНЕНТЫ РНК. КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ФОТОСИНТЕЗА. А.И.Курамшин	14
--	----

Здоровье

ДЕРЖАТЬ ЛИ ЖИВОТ В ГОЛОДЕ? Н.Л.Резник	16
---	----

Что мы пьем

ВИНО ГЛАЗАМИ ХИМИКА. И.А.Леенсон	20
--	----

Жертвы науки

ОСОБАЯ КОЖА БРОНЕНОСЦА. С.Ястребова	24
---	----

Проблемы и методы науки

ПОБЕДЫ И ПОРАЖЕНИЯ БОЛЬШОГО ПЕСТРОГО ДЯТЛА. В.С.Фридман	26
---	----

Дневник наблюдений

СЭКОНОМИТЬ НА МОЗГАХ. Н.Анина	32
-------------------------------------	----

Мысли о будущем

КОНЕЦ ЭПОХИ ЗДРАВОВОГО СМЫСЛА? Виктор Вагнер	34
--	----

Нанофантастика

ПОКРАСКУ НЕ ЗАКАЗЫВАЛИ. Ирина Истратова	36
---	----

Мемуары Игнобеля

ВОНЮЧИЕ РАНЫ. С.М.Комаров	38
---------------------------------	----

Проблемы и методы науки

А ДЕВУШКИ – ПОТОМ. Н.Л.Резник	42
-------------------------------------	----

Страницы истории

ПЕРВАЯ БАЗА ХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ. А.И.Курамшин	44
---	----

Страницы истории

КАРЛ ФОГТ: ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЬ, ПУБЛИЦИСТ, РЕВОЛЮЦИОНЕР. С.В.Багоцкий	48
---	----

Земля и ее обитатели

ВСТРЕЧИ С УВИДЕННЫМ И НЕУВИДЕННЫМ. Л.В.Каабак	52
---	----

Что мы съедим

УНАБИ. Н.Ручкина.	56
------------------------	----

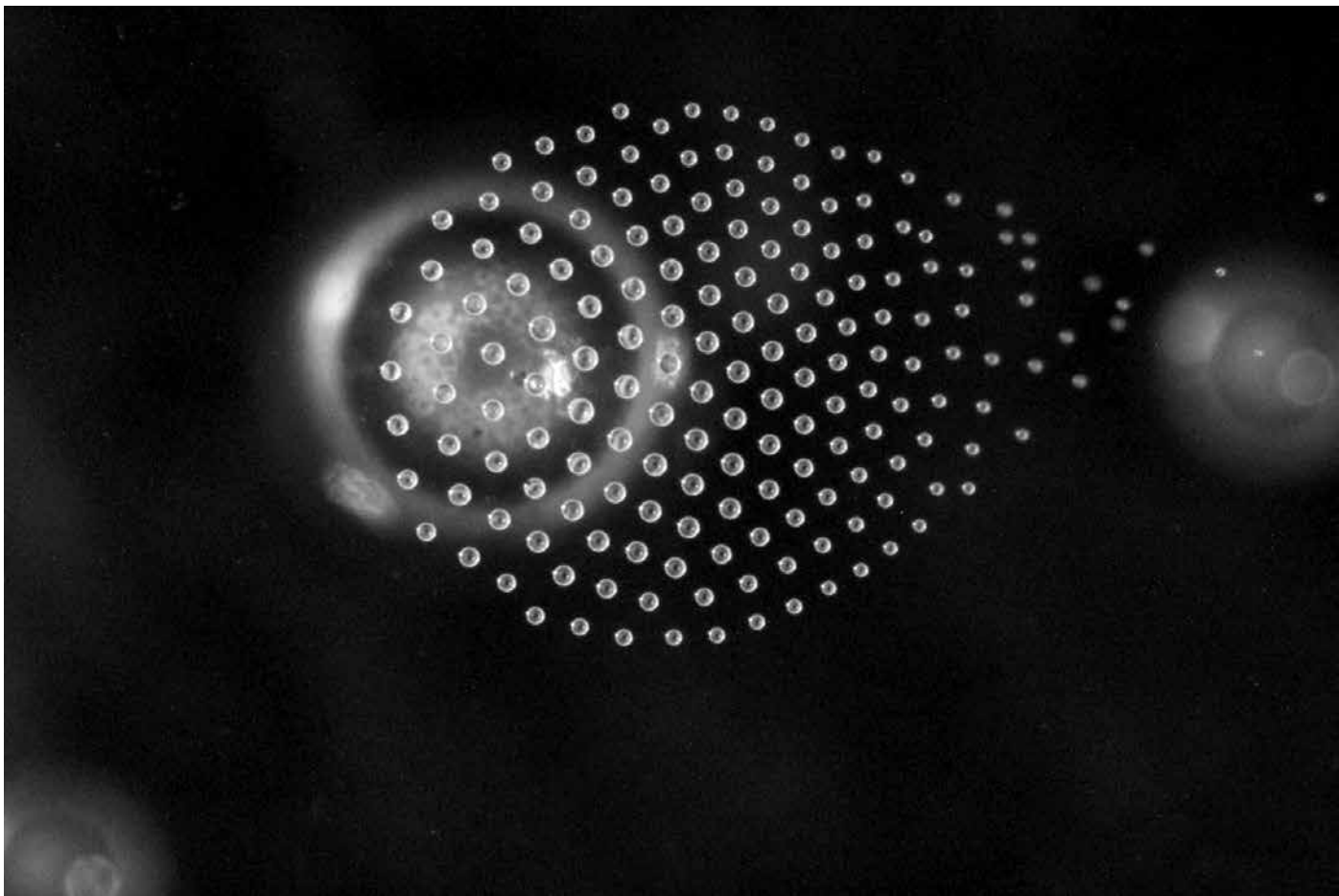
Фантастика

ПТИЦЫ НЕБЕСНЫЕ. Наталья Анискова	58
--	----

Химики и лирики

ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ АПОКАЛИПСИСОВ. Владимир Борисов, Александр Лукашин ...	64
---	----

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	8	КНИГИ	47
ИНФОРМАЦИЯ	41	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
		ПИШУТ, ЧТО...	62



Капельный кластер из Сибири

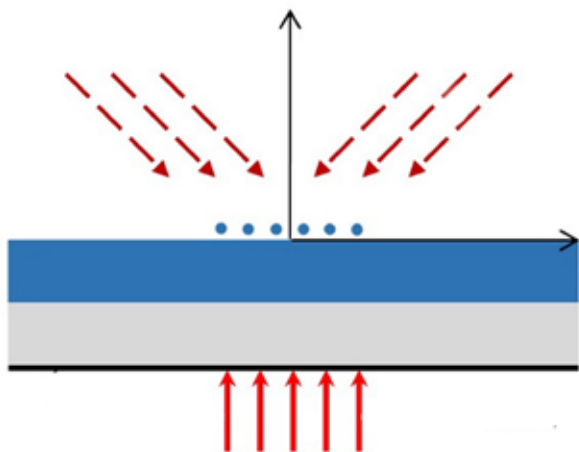
PhD М.И. Носоновский,
Университет Висконсина-Милуоки

Порой у поверхности воды в чашке горячего чая можно наблюдать белесое облачко. Оказывается, оно может превращаться в удивительное образование — кластер из микроскопических капель, формирующих упорядоченную структуру, подобную кристаллической решетке. Это образование родственно пылевым кристаллам, которые космонавты изучают на борту орбитальной станции (см. «Химию и жизнь», 2006, № 4). Оно может служить иллюстрацией важнейшего принципа термодинамики неравновесных процессов: поток энергии, проходящий через систему, не только вызывает в ней разрушение из-за роста энтропии, но и способен сформировать порядок, существующий длительное время. Не исключено, что, научившись управлять поведением капельного кластера, исследователи смогут создавать системы микрореакторов для химических превращений, а также выполнять кибнетические манипуляции с веществом.

Туман над чашкой чая

Все началось с того, что в далеком уже 2003 году аспирант Тюменского государственного университета Александр Федорец (ныне доктор физико-математических наук и профессор этого же университета), рассматривая под микроскопом нагретый слой воды, обнаружил капельки, висящие на небольшой высоте («Письма в ЖЭТФ», 2004, 79, 372—374). В самом существовании таких капелек над чаем или кофе нет ничего необычного, они конденсируются из насыщенного пара. Однако Федорец обратил внимание на необычную деталь: капельки одинакового размера висели на одной и той же небольшой высоте над поверхностью воды, при этом образуя структуру с гексагональной симметрией, наподобие пчелиных сот.

Дальнейшие исследования показали, что капельный кластер (так назвали это явление) воспроизводим и довольно устойчив. Число капель в нем может варьироваться от нескольких штук до сотен. Он способен существовать десятки минут, при этом возможно отслеживать положение каждой отдельной капельки. Оказалось, что кластер образуется при определенном градиенте температуры. Например, тонкий слой воды (толщиной порядка миллиметра) нагревают лазером в одной точке до 40—90°C. Нагрев вызывает испарение, причем наибольшая интенсивность восходящей струи пара и воздуха будет в центре нагретого пятна. Именно эта струя



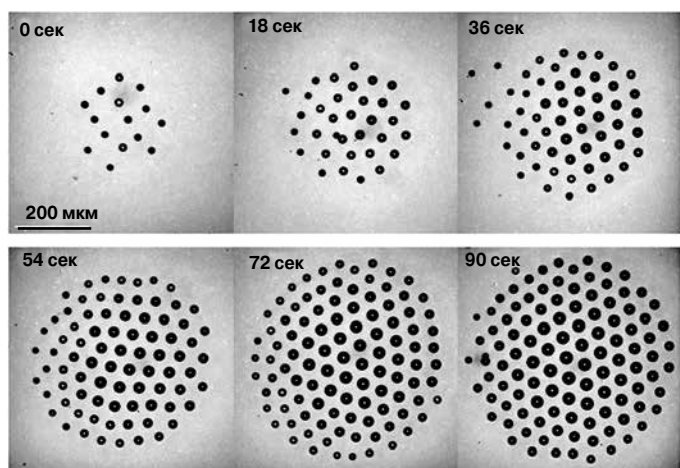
Чтобы создать кластер, надо налить слой воды на подложку из стекла со светопоглощающим покрытием и осветить его лучом лазера. Инфракрасное излучение стабилизирует кластер.

поддерживает конденсирующиеся в ней капельки на такой высоте, на которой сила тяжести капелек уравнивается давлением струи газа.

Типичный диаметр капелек в кластере — 20—100 микрон, расстояние между ними 50—250 микрон, высота левитации 10—100 микрон над слоем воды. Капельки конденсируются и сами собираются в кластер. Изменяя температуру нагрева и градиент температуры, можно управлять скоростью роста капель, манипулировать отдельными капельками, заставляя кластер вращаться, наблюдать танделы из капелек и малые группы с любым их количеством, от одной до нескольких десятков. Кластеры наблюдаются и над некоторыми другими жидкостями, включая бензол и глицерин.

Изучение кластера

Левитирующие капли над твердой или жидкой поверхностью вообще-то известны ученым давно. Но обычно это или капли над твердой поверхностью, нагретой значительно выше температуры кипения воды (так называемый эффект Лейденфроста), или вибрولةвитация, связанная с колебаниями сосуда, когда из-за интерференции звуковых колебаний в воздухе над сосудом образуется стоячая волна — она-то и удерживает



За 90 секунд число капель в кластере увеличивается от нескольких штук до полутора сотен, а их расположение в пространстве упорядочивается

мелкие частицы от падения. Капельный кластер возникает безо всяких внешних усилий и при умеренных температурах воздуха над слоем жидкости.

Дальнейшие исследования Федорца и других ученых прояснили многие детали, связанные с капельным кластером, и позволили лучше понять условия, при которых он возникает. Исследователи научились управлять плотностью упаковки и размером капель. Оказалось, что плотность определяется сочетанием температуры и площади локального нагрева жидкости под кластером. При относительно большой площади нагрева — капли мельче, их много, и упаковка плотная. Когда площадь нагрева небольшая — капель мало, и между ними большие расстояния.

Если промодулировать мощность нагрева с невысокой частотой, то кластер начинает «дышать», реагируя на изменения теплового поля. На этапе роста температуры капли раздвигаются и взлетают, то есть увеличивается высота левитации; при снижении температуры — напротив, плотность упаковки возрастает, а высота левитации уменьшается. Конечно, тепловое поле воздействует опосредованно. Оно определяет параметры паровоздушной струи, обтекающей кластер. Аэродинамические эффекты имеют здесь ключевое значение.

Если источник тепла находится под сосудом с жидкостью, то ее капли непрерывно растут за счет конденсации пара, причем площадь капли меняется линейно со временем, то есть радиус капель увеличивается пропорционально корню из времени. Такая кинетика характерна для конденсации в насыщенном паре. Чем мощнее источник тепла и выше температура поверхности воды над ним, тем выше скорость конденсационного роста и больше максимально достигаемый диаметр капель: по мере роста высота левитации снижается, капли сближаются с поверхностью жидкости, касаются ее, и за тысячные доли секунды капля сливается с верхним слоем, порождая капиллярные волны.

Коалесценция кластера представляет собой цепную реакцию: одна капля касается слоя воды, создавая капиллярную волну на поверхности, и та уничтожает соседние капельки. Процесс занимает долю секунды и визуально выглядит как мгновенное исчезновение кластера. Однако, используя скоростную видеосъемку (не менее 30000 кадров в секунду), можно наблюдать детали процесса. Например, видно, что у капли нулевая скорость, то есть она не падает, а именно сливается с другими за счет энергии поверхностного натяжения.

При формировании кластера иногда можно наблюдать устойчивые танделы из двух капель. Механизм этого явления чисто аэродинамический: если две капли случайно оказываются достаточно близко, вихрь закручивает их, как две соседние бусины на одной нитке. Затем такой уже сформированный внутри вихря тандел попадает в кластер, и пока сохраняется согласованное вращение, живет и тандел. В некоторых случаях танделы возникают, когда поток воздуха забрасывает небольшую каплю на кластер сверху. Встроиться в кластер маленькая капля не может — слишком легкая, и она садится «верхом» на одну из крупных капель.

Кроме изображений и видеозаписей кластера в оптическом диапазоне, были получены тепловые изображения: на них видны и паровоздушнотепловой «факел», поднимающийся над поверхностью жидкости, и распределение температур в кластере.

Открытием заинтересовались другие исследователи, в том числе группа под руководством А.В.Шавлова из Института криосферы Земли Сибирского отделения (СО) РАН в Тюмени. Они попытались изучить возможность образования структур, похожих на капельный кластер, в атмосферных облаках и туманах, а также исследовали возможный эффект электрического заряда капель в кластере. Л.А.Домбровский из московского Института высоких температур РАН провел расчеты процессов тепло- и массопереноса в кластере. Ученые из новосибирского Института теплофизики СО РАН занялись изучением взаимодействия микрокапель в кластере с влажным воздухом в районе линии контакта. Международная группа из России, США и Израиля совместно с А.А.Федорцом исследовала самоорганизации кластера, используя так называемую энтропию Вороного в качестве параметра, характеризующего его упорядоченность. В результате механизм образования кластера стал гораздо понятнее.

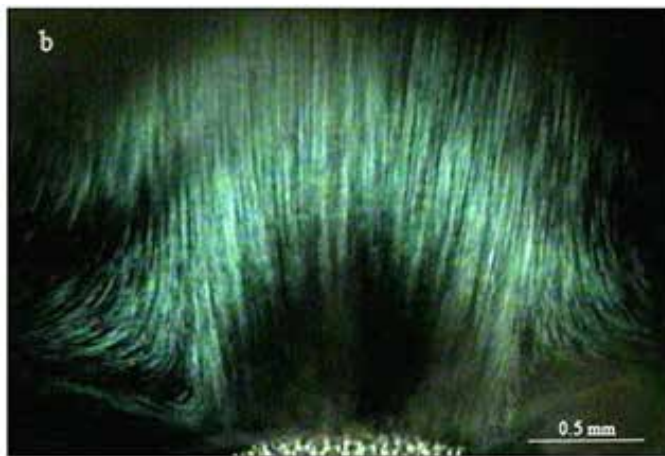
Дитя аэродинамики

Более или менее ясно, чем определяется равновесие парящих над слоем воды капелек: по мере их движения вверх подъемная сила со стороны паровоздушной струи ослабевает, а по мере опускания — наоборот, усиливается. Вот и замирают они на определенной равновесной высоте. Но почему кластер имеет упорядоченную форму? Впечатление такое, будто между каплями действуют некие силы притяжения и отталкивания, поддерживая постоянную дистанцию. Какова природа этих сил? Ответ на вопрос нашел коллектив исследователей из Висконсинского университета Милуоки, Тюменского государственного университета, Ариэльского университета (Израиль) и Института высоких температур РАН («Scientific Reports», 2017, 7, 1888; doi: 10.1038/s41598-017-02166-5), в состав которого входят как А.А.Федорец, так и автор этой статьи.

Гексагональная структура представляет собой самую плотную упаковку из возможных. Например, в подобную структуру собираются горошины, скатываясь к центру вогнутой чаши.

Скатывание капелек к центру нагретого пятна понятно: там наиболее высокая температура и высокая интенсивность паровоздушного потока. Но что не позволяет каплям сливаться друг с другом? Каковы силы отталкивания между ними? Эти силы могут быть электростатическими или аэродинамическими.

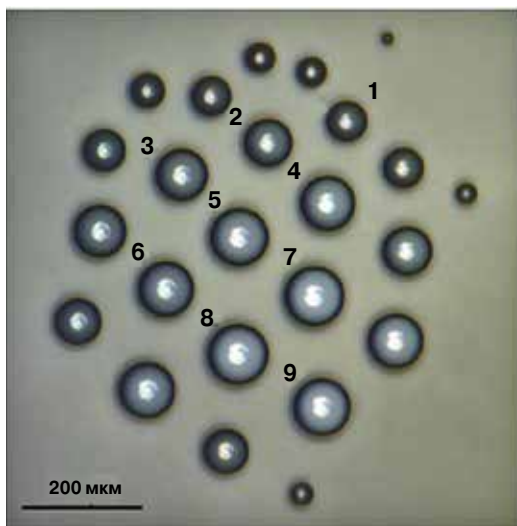
Чтобы действовал первый механизм, капли должны нести слабый электрический заряд. Сила кулоновского отталкивания препятствовала бы их сближению и предотвращала бы слияние. Однако эксперименты не показали присутствие электрического заряда у капель. Более того, устойчивость тандемов свидетельствует против электростатических сил, связанных с накоплением заряда на каплях или на поверхности слоя воды.



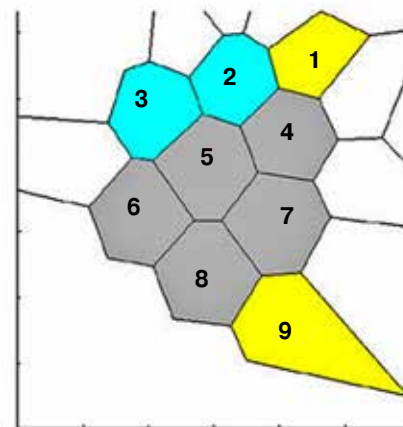
Восходящий паровоздушный поток в инфракрасном диапазоне

Другой механизм — аэродинамическая сила: согласно закону Бернулли, если две идеально гладкие сферы поместить в струю жидкости или газа, то между ними возникает сила притяжения, которая вызвана увеличением скорости струи в суженном пространстве между каплями. Однако аэродинамическая сила не всегда притягивающая, закон Бернулли верен лишь для крупных капель, когда пограничным слоем можно пренебречь. В кластере капли маленькие, и расстояние между ними может оказаться меньше толщины вязкого пограничного слоя. Когда этот слой оказывает влияние, скорость струи, наоборот, падает. Отсюда парадоксальный для макроскопической гидроаэродинамики результат: две капли при сближении на расстояние порядка диаметра капли отталкиваются! Если в кластере много капель, ситуация усложняется, но аэродинамический механизм отталкивания остается таким же, как и для двух капель. Численное моделирование упрощенной задачи — трехмерная модель из семи сфер диаметром 60 микрон — показала, что между каплями формируются устойчивые области повышенного давления. Фактически возникают близкодействующие силы отталкивания аэродинамической природы.

При кадровой прокрутке видеозаписи иногда можно наблюдать слияние отдельных капель между собой, стабильно

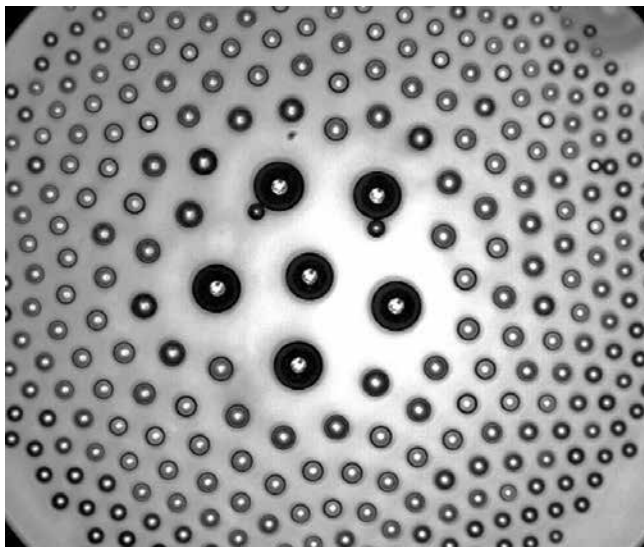
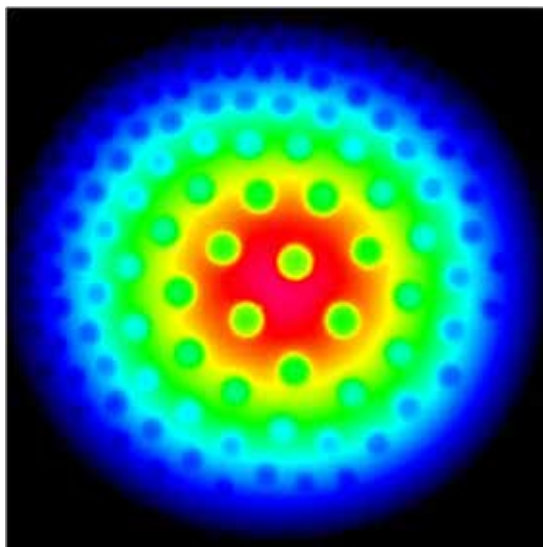


а



б

Разбиение Вороного для вычисления энтропии кластера



Наиболее крупные капли расположены над самой нагретой зоной

воспроизводимое при определенных условиях генерации кластера. На качественном уровне понятно, что это происходит в результате аэродинамических процессов, поскольку такой эффект трудно объяснить с помощью кулоновских сил электростатического отталкивания.

Самоорганизацию капельного кластера и степень упорядоченности его структуры удобно характеризовать параметром, называемым «энтропия Вороного», использование которой для описания кластера предложили исследователи под руководством Эдварда Бормашенко из Аризонского университета. Эту энтропию можно определять визуально: разбивая изображение кластера на зоны, относящиеся к каждой капле, — полиэдры Вороного (этот способ разбиения пространства предложил член-корреспондент Петербургской академии наук с 1907 года Г.Ф.Вороной). Для равномерно упорядоченного кластера энтропия Вороного близка к нулю, а для неупорядоченного она велика. Когда происходит достройка кластера новыми каплями, наблюдаются короткие всплески энтропии, но в целом по мере увеличения числа капель в кластере степень его упорядоченности возрастает. Вновь поступающие капли вносят возмущения в гексагональную структуру кластера, и чем активнее он достраивается, тем выше энтропия Вороного.

Почему это важно и как можно использовать

Кластер порожден несколькими факторами: градиентом температуры, градиентом давления паровоздушного потока и механическим движением капелек. Неравновесная термодинамика относит градиенты температуры и концентрации к термодинамическим силам. Сопряжение таких сил описывается теорией Ларса Онсагера, получившего за нее Нобелевскую премию по химии 1968 года. Процессы самоорганизации и самосборки в неравновесных системах исследовал еще один нобелевский лауреат, Илья Пригожин. Классическим примером самоорганизованных структур служат конвективные ячейки Релея — Бенара, возникающие в нагреваемом снизу сосуде с жидкостью. Эти ячейки также образуют гексагональную структуру наподобие пчелиных сот (см. «Химию и жизнь», 2017, 2). Таким образом, капельные кластеры оказались новым типом самоорганизующихся структур в дополнение к классическим пригожинским.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Конденсация аэрозольных микрокапель — важный элемент многих процессов, от круговорота воды в природе и формирования климата до микро/нанотехнологии и биогенеза (возникновения жизни, где мог сыграть свою роль каталитический эффект в микрокаплях). Предполагается, что обнаружение и объяснение феномена капельного кластера поможет лучше понять фундаментальные физико-химические явления, включая роль микрокапель в катализе природных химических реакций, а также создать новые методы анализа и контроля аэрозолей. Важную роль эти знания могут сыграть и в бурно развивающейся области микрофлюидики. Обычно отслеживать микрокапли, измерять их состав весьма затруднительно, поскольку они образуют малоустойчивые конгломераты, например облака. Кластер — стабильное образование, позволяющее изучать капли индивидуально. Понимание механизмов микрокапельного кластера важно также с фундаментальной точки зрения: такая необычная структура, как «упорядоченный туман», не может не быть интересной. В микрокаплях можно проводить химические реакции, что обещает весьма перспективные применения.

Современная тенденция — миниатюризация приборов и создание таких устройств, как «лаборатории на чипе» (lab-on-a-chip), различных микро/нанотехнологических систем (MEMS/NEMS, bioMEMS и т. п.). Поэтому необходимы новые типы микрореакторов и микросистем для химического анализа, в том числе и основанных на капельках. С их помощью можно достичь удивительных эффектов, например комбинировать химические реакции и логические операции («Science», 2007, 315, 5813, 775—776, doi: 10.1126/science.1138325). Но здесь требуются новые способы манипулирования каплями. Стабильный капельный кластер, способный жить десятки минут, прекрасно подходит для таких манипуляций.

Недавно Александр Федорцев экспериментально доказал возможность получения устойчивых кластеров с температурой микрокапель немногим выше 20°C. Это значит, что в кластере не будет слишком «жарко» для исследований биохимических процессов. Удалось также отработать методику создания кластеров из небольшого числа очень близких по размеру капель — в них можно будет изучать устойчивость различных структур, если капля слишком мало для построения гексагональной решетки. Таким образом, практическое применение «упорядоченного тумана» не за горами.



Капельная кибернетика

Компьютер манипулирует потоками электронов с помощью так называемых логических побитовых операций. Фактически это правила, по которым изменяется информация, записанная электрическими полями. А можно ли аналогичным образом манипулировать не информацией, но непосредственно преобразовывать вещество – перемещать его объемные частицы с места на место, проводить с ними химические реакции? Да, устройство, где битами информации служат капли вещества, построили Георгий Кацикас, Джеймс Цибульский и Ману Пракаш из Стэнфордского университета («Nature Physics», 2015, 11, 588–596, doi: 10.1038/NPHYS3341).

Движения микрокапель

В основе капельного процессора Кацикаса — Цибульского — Пракаша лежит микрофлюидика. Это бурно развивающаяся область на стыке физики, химии и биологии подразумевает манипулирование микрообъемами жидкостей. Оказывается, размер в данном случае имеет существенное значение — в микрофлюидных системах начинают доминировать силы, которыми обычно при рассмотрении течения жидкостей пренебрегают, например поверхностное натяжение. Турбулентное движение жидкостей в микроканалах затруднено, течение идет ламинарно, без завихрений, из-за чего потоки плохо смешиваются, даже вступив в соприкосновение, — скорость такого перемешивания определяется диффузией. Микрофлюидика находит применение при охлаждении микросхем, выращивании белковых кристаллов, проведении биологических и химических анализов. Система, где манипулирование жидкостью можно запрограммировать подобно тому, как это делают с потоками электронов в процессоре ЭВМ, выводит микрофлюидику на некий новый уровень, возможности которого пока что никем не поняты. Попытки создать такое устройство за счет управления движением капель или пузырьков предпринимались в XXI веке уже несколько раз. Устройство, сделанное исследователями из Стэнфорда, — самое свежее и самое совершенное в этом ряду.

Его главная часть — система дорожек, по которым могут двигаться капли. Дорожки имеют две геометрии — подобные буквам Т и I. Расположение дорожек разного типа создает комбинацию для проведения той или иной логической операции. Из таких комбинаций — вентилях — можно построить процессор, который станет выполнять некую программу. Она задана геометрией вентилях: при ее выполнении капли перемещаются по дорожкам закономерным образом, и в результате такой кибернетической манипуляции оказываются у тех или иных выходов процессора. Наличие или отсутствие капли у того или иного выхода либо системы выходов — это и есть результат работы капельного процессора.

Управление полем

Рабочим телом в компьютере Кацикаса — Цибульского — Пракаша стала магнитная жидкость. Поэтому бортики дорожек, мешающие сходу капли с траектории, были созданы не из вещества, а сформированы магнитным полем. На стеклянную пластинку нанесли полоски из магнитомягкого сплава — пермаллоя. Такой сплав при изменении направления магнитного поля легко меняет свою намагниченность, то есть он слабо запоминает предыдущее состояние поля, что важно: ведь именно изменение направления поля и побуждает капли к движению. На дорожки нанесли тефлон, чтобы ничто не мешало движению капель, сверху прикрыли вторым стеклом, а внутрь налили масло — оно создало вязкую среду, в которой могли перемещаться магнитные капли.

Весь процессор поместили в два магнитных поля. Одно из них было постоянным — оно создавало магнитный канал, чтобы капля не могла уйти с пермаллоевой дорожки. Другое, вращающееся, подхватывало капли и при каждом обороте сдвигало их по дорожке.

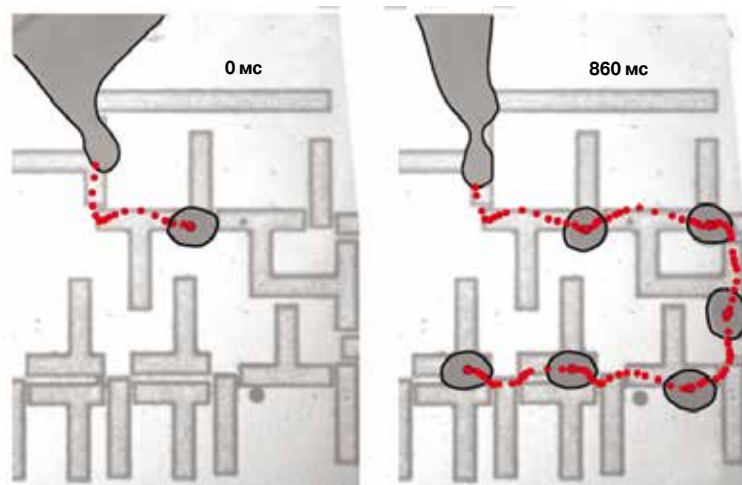
На первом этапе определили параметры магнитного поля, которое должно было синхронно перемещать капли с некой тактовой частотой. Задача состояла в том, чтобы при каждом шаге капля

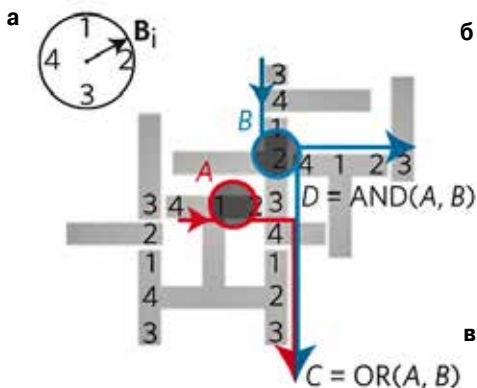
оказывалась либо в начале/конце дорожки, либо в середине Т-образной дорожки, напротив вертикальной палочки. Тогда при выполнении программы капля сможет в зависимости от присутствия других капель выбрать то или иное направление движения. Как оказалось, при размере капли около миллиметра для синхронного движения нужна частота вращения поля 6 Гц, то есть шесть оборотов в секунду. Это гораздо меньше, чем гигагерцы тактовой частоты электронных процессоров. Под действием такого поля вновь вводимые в систему капли движутся синхронно, останавливаясь в тех же местах, что и их предшественницы (рис. 1). Поскольку поле вращается, капли должны двигаться по кругу. Однако геометрия дорожек может заставлять капли в разных вентилях двигаться в противоположных направлениях.

Логика капель

Убедившись, что капли получаются примерно одинакового диаметра и перемещаются закономерным образом, авторы приступили к проектированию логических вентилях. Вот как выглядит работа вентиля, осуществляющего операцию ИЛИ/И (рис. 2). Значениями битов, то есть нулями или единицами, служит

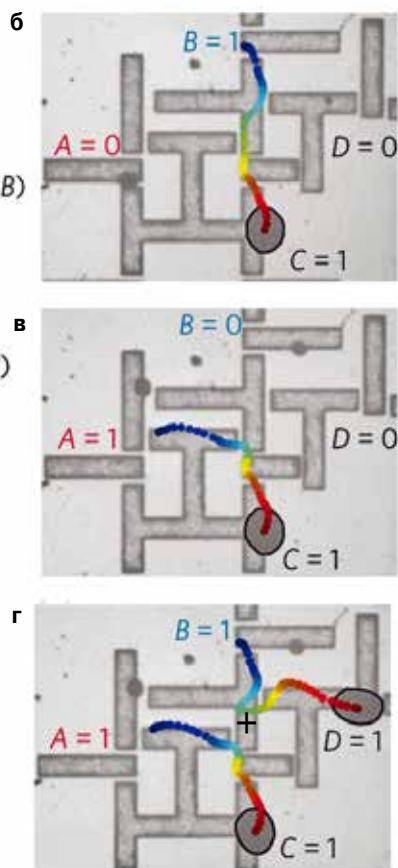
1
За 860 мс в систему было введено шесть капель, которые, подчиняясь ритму вращающегося магнитного поля перемещаются по заданным дорожкам траектории на равных расстояниях друг от друга («Nature Physics», 2015, 11, 588–596)





2
Работа вентиля ИЛИ/И. Цифрами указано положение, которого достигает капля при соответствующем направлении вращающегося магнитного поля (а). Если на вход поступает одна капля, то независимо от того, какой вход используется, она достигнет одного и того же выхода (б, в). Если же их две, то капля из входа А достигнет развилки (помечено крестиком) раньше, чем капля из входа В (г). И тогда при повороте магнитного поля в положение 3 зона заблокирует путь. Поэтому при повороте поля в положение 4 капля А пойдет вниз, а капля В, пропустив ход, пойдет вправо («Nature Physics», 2015, 11, 588—596)

наличие или отсутствие капли на соответствующем входе или выходе вентиля. Представим себе, что входы обозначены буквами А и В, выходы — С и D. С дает результат операции ИЛИ, D — результат операции И. Если на входы ничего не подано, то на выходе С должен быть 0, и на выходе D также 0. Так оно и есть — капли отсутствуют в вентиле. Теперь подадим одну каплю на вход В. В этом случае на выходе С капля должна появиться, а на выходе D ее быть не должно. И действительно, капля из В пропутешествует по прямой к выходу С. А если подать каплю на вход А? Она, следуя узору пермал-



ловых пластинок, повернет и снова окажется на выходе С, осуществив операцию ИЛИ на С и операцию И на D, где значение бита, как и положено в таком случае, останется нулевым. Но вот капли подали одновременно на оба входа. И тут возникает столкновение: капля из входа В оказывается заблокирована каплей из входа А и не может продолжить движение по прямой к выходу С; тогда она

Побитовые логические операции

При двоичном счислении любой объект можно записать как последовательность битов. Каждый бит может иметь одно из двух значений — 0 или 1. Побитовые операции осуществляют закономерное изменение информации, записанной в каждом бите. Правила дискретной математики позволили подсчитать, сколько операций нужно иметь для того, чтобы проделать с последовательностями битов все возможные вычислительные или логические манипуляции. Оказалось, всего четыре, и именно их выполнением занят процессор любого компьютера.

Побитовое отрицание, NOT. Возьмем битовую последовательность и станем ее читать, а по результату прочтения — изменять. Правило изменения такое: если значение бита было 0, сделаем его 1, если 1, то станет 0. Таким образом, после применения этой операции 1101 станет 0010.

Побитовое «И», AND. Возьмем две последовательности одинаковой длины. Станем сравнивать значения битов, стоящих на одних и тех же местах, а по результатам сравнения создадим новую последовательность. Правило такое: если оба соответствующих бита равны 1, результат сравнения будет равен 1; если же хотя бы один бит из пары равен 0, в результате будет 0: 1101 и 1000 дадут 1000.

Побитовое «ИЛИ», OR. Здесь опять сравнивают две последовательности, но правило другое: если оба соответствующих бита равны 0, результатом будет 0; если же хотя бы один бит из пары равен 1, то и результатом будет 1: 1101 и 1000 дадут 1101.

Исключающее «ИЛИ», XOR. Здесь правило такое: если биты равны между собой, результатом будет 0; в противном случае — 1: 1101 и 1000 дадут 0101.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

поворачивает и оказывается на выходе D. Как и положено для соответствующих операций, биты на обоих выходах стали единицами.

Благодаря синхронному движению каплей вентили можно соединять между собой и выполнять каскады логических операций, что и продемонстрировали авторы работы. Удалось сделать и базовый элемент памяти, где капля ходит по кругу, пока не столкнется с другой каплей, которая таким образом считывает информацию.

А о том, что из всего этого следует, никто не скажет лучше, чем авторы идеи. Вот цитата из их статьи: «С концептуальной точки зрения наша система имеет много достоинств. Во-первых, у нее малая частота выполнения операций. Это дает возможность непосредственно следить за их выполнением. Во-вторых, энергия поступает к вентилям с помощью трехмерного магнитного поля, а не по плоской сети электрических проводов. Это позволяет доставлять энергию в нужную точку без осложнений, которые присущи плоским микросхемам. В-третьих, поскольку энергия циклически подается к каждому логическому вентилю, каждый капельный бит может проходить через неограниченное число вентилях на своем пути по процессору. В результате число разветвлений наших вентилях безгранично, а в электронных устройствах оно не превышает десяти. Под пермалловыми пластинками вполне можно разместить датчики — они будут фиксировать изменения магнитного поля и следить за перемещениями капель. При этом можно использовать и немагнитные капли — тогда их нужно разместить не в масле, а в магнитной жидкости, создав своеобразные магнитные дырки.

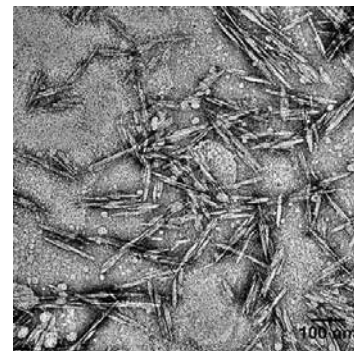
Возможности данного устройства позволяют проводить алгоритмические манипуляции с веществом на стыке компьютерной науки и материаловедения. Мы предсказываем, что наше устройство создает предпосылки для автономного параллельного манипулирования большим числом капель в соответствии с логическими операциями, причем возможности масштабирования не уступают тем, что используют в традиционной электронике».

Кандидат физико-математических наук **С.М. Комаров**

**Печать
целлюлозой**

Сделаны чернила для 3D-принтера на основе наноцеллюлозных кристаллов.

Развитие трехмерной печати требует создания все более совершенных и разнообразных чернил. Исследователи из международного консорциума ЕМРА решили использовать композит из полимера с нанокристаллами целлюлозы. Они весьма прочны, а извлечь их можно из любого содержащего целлюлозу сырья. Как правило, это вытянутые цилиндры нанометровых размеров. Конкретно в тех чернилах, которые разрабатывал в своей диссертации Джильберто Сиквера из Лаборатории прикладных древесных материалов, кристаллы целлюлозы были размером 120x6,5 нм. Модифицировав их поверхность так, чтобы улучшить сцепление с полимером, ему с коллегами удалось загнать в чернила 20% целлюлозы, в то время как его предшественники остановились на ничтожных 2,5%. Затвердевают же такие чернила при ультрафиолетовой подсветке, которая стимулирует прочнейшее вплетение кристаллов в трехмерную сетку полимерных молекул.



Получившийся материал обладает как завидной прочностью — из него можно печатать детали автомобилей, — так и биосовместимостью, которая пригодится при изготовлении протезов (исследователи уже напечатали челюсть). Поскольку при выходе из сопла принтерной головки целлюлозные цилиндры вытягиваются в одном направлении, прочность материала в этом направлении оказывается больше, чем в других, и это надо будет учитывать. А тот факт, что кристаллы целлюлозы, полученные из разных растений, различаются по своей форме, но не по свойствам, позволяет создать целую гамму чернил для различных применений.

Агентство «AlphaGalileo», 30 мая 2017 года

**Обучение
клеток**

Макрофагов научат заживлять раны.

Серьезные проблемы с заживлением ран возникают у пациентов, страдающих от диабета, из-за плохой циркуляции крови в ногах, а также при лечении ожогов. И есть в организме клетки иммунной системы — макрофаги, которые могут как осложнить ситуацию, так и поспособствовать образованию рубца. Главное для этого — переключить их активность на подавление воспаления, что может сделать белок MFG-E8. Именно им решили воспользоваться биотехнологи из Монреальского университета во главе с профессором Жаном-Франсуа Калье.

Как оказалось, просто ввести в кровь дополнительную порцию такого белка нельзя — он действует на макрофагов по всему организму, и они кинутся создавать шрамы при любом намеке на повреждение кожи. Но можно обучать макрофагов за пределами организма, а потом уж доставлять к нужному месту. Для этого их вырастили из стволовых клеток костного мозга мурены, обучили и подсадили раненой мыши. Опыт оказался столь успешным, что исследователи думают о переходе к испытаниям с участием человека. Предполагается, что у пациента станут брать его собственные клетки, обрабатывать их и также возвращать в необходимое место. Сейчас таким образом пытаются лечить некоторые виды рака. Этот же опыт будет первым в деле применения персональной медицины для заживления ран.

Агентство «AlphaGalileo», 29 мая 2017 года

**Определяйте
в путешествии**

Вам подскажут, как называется неизвестное растение.

В Сети есть проект Pl@ntNet, поддерживаемый французским Институтом исследований ради развития. Это определитель растений, в который можно загрузить фотографию и узнать, как называется то, что было сфотографировано. До недавнего времени в списке была флора лишь четырех регионов — Западной Европы, Северной Африки, Реюньона и Французской Гвианы. Теперь к ним добавились Северная Америка, Гавайи, Карибы, тропические Анды, Маврикий и Восточное Средиземноморье. Общий список видов превысил 13 тысяч на более чем полумиллионе фотографий. Для расширения сообщества введены микропроекты. Их участники могут создавать описания флоры отдельных местностей, например городских парков, или по отдельным направлениям. Один из новейших микропроектов — книга с описанием нескольких сотен видов диких салатов Средиземноморья.

В общем, любознательные путешественники теперь имеют надежного друга, который подскажет, что за растение попало в объектив, даже если спасовал всезнающий Фейсбук.

Агентство «AlphaGalileo», 11 мая 2017 года.

**Обогрев
без топлива**

Финское солнце может нагреть дом и зимой.

Когда речь заходит о солнечном обогреве где-нибудь в Московской области, на энтузиаста смотрят с ласковой улыбкой: ну какое солнце в наших-то северных широтах. Однако обитатели широт более северных — финны, шведы и норвежцы — активно внедряют солнечные технологии. Вот, например, финские исследователи из Университета Аальто проанализировали опыт солнечного отопления в Хельсинки.

Тема их работы — водяные системы сбора солнечного тепла. На крыше устанавливают тепловые конденсоры, в которых проложены трубы с циркулирующей водой. Она забирает солнечное тепло и уносит его в накопитель, тот греет воду или батареи. Когда тепло не нужно, оно может на короткое время накапливаться в наземном бассейне, а затем тепловой насос перекачает его в дом. Но можно делать и длительные заготовки тепла, для чего его закачивают с помощью теплоносителя в подземные резервуары и хранят там до зимы. Расчет показал, что в условиях Финляндии таким способом можно покрыть от 50 до 80% потребности дома в тепле. Исследователи под руководством профессора Кая Сирена отмечают, что расчет приблизительный и для его уточнения нужно увеличивать число систем и набирать статистику. Однако в связи с необходимостью отказа от ископаемого топлива за таким обогревом будущее.



Агентство «AlphaGalileo», 20 июня 2017 года.

Зарядка на ходу*Электромобили будут заряжаться от дороги.*

Агентство «AlphaGalileo», 29 мая 2017 года.

В борьбе за легкость батарей электромобиля и скорость их зарядки итальянские инженеры из Политехнического университета Турина во главе с профессорами Паоло Гульельми и Фабио Фрески решили совсем ликвидировать батареи. Ну или почти ликвидировать, оставив их как резервный источник энергии. А основным послужат катушки медных кабелей, проложенные под дорожным полотном автомагистралей. Для получения от них энергии будет использован принцип индуктивной передачи, известный всем со школьных лет: когда в катушке течет переменный электрический ток, он создает переменное электромагнитное поле, и если рядом находится другая катушка, то в ней также возникнет переменный ток. Чтобы на этом принципе построить транспортную систему, нужно добиться резонанса обеих катушек, и, конечно, частота тока должна существенно превышать имеющиеся в сети 50—60 Гц. Кроме того, нужно защитить пассажиров от влияния электрического поля дороги.

Но все это технические трудности, которые можно преодолеть, что итальянцы и сделали, оснастив дорожное полотно на испытательном полигоне в Сузах под Туринем полусотней катушек. Теперь на этом полигоне они станут отлаживать технологию изготовления электромобилей нового типа, которым потребуются лишь хорошие дороги, а не системы быстрой заправки мощных компактных батарей, на создание которых уже потрачено столько усилий.



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

Шмели и никотин*Растения могут привлекать насекомых с помощью наркотиков.*

Агентство «AlphaGalileo», 15 мая 2017 года.

Никотина требуют не только человеческие организмы. Например, шмели, на которых поселились паразиты, ищут именно нектар с никотином и с его помощью вылечиваются. В то же время никотиноидные пестициды фатально сказываются на семьях пчел и шмелей. Теперь же исследователи из колледжа Королевы Марии Лондонского университета во главе с профессором Ларсом Читткой выяснили, что шмели надолго запоминают, в каком цветке был нектар с никотином.

Ученые сделали искусственные цветки разного цвета, в одни налили обычный сахарный сироп, в другие — его же, но с добавками никотина разной концентрации. Шмели уверенно предпочитали вторые, даже если никотина там были жалкие следы. Но когда им стали предлагать цветки вовсе без сахарного сиропа, шмели по старой памяти летели на цветки того же цвета, что и никотинсодержащие. Значит, их привлекал отнюдь не нектар сам по себе.

Возможно, эта находка приоткрывает завесу над тайной, которая давно мучает садоводов: отчего в саду, где всюю цветут яблони-вишни-сливы, все опылители толкуются на каком-нибудь барбарисе с отвратительными запахом и ничего полезного не опыляют? «Похоже, мы наткнулись на вершину айсберга. В нектаре растений могут присутствовать сотни веществ, и, вероятно, некоторые из них обладают теми же психоактивными свойствами, что и никотин», — отмечает соавтор работы Давид Баракки из Тулузского университета. С помощью таких веществ растения могут обманывать опылителей, заставляя их возвращаться на цветки вновь и вновь, даже если там и нектара совсем немного. С другой, стороны, так обмануть их может и человек, опрыскав цветущую вишню не раствором меда, а настоем табака.

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

Анализ по яйцу*Одной икринки хватит, чтобы вывести браконьеров на чистую воду.*

Агентство «AlphaGalileo», 30 мая 2017 года.

Царь-рыба белуга входит в число видов, находящихся на грани исчезновения. Не так давно поймали последнюю белугу в устье По, а азовскую белугу теперь разводят только на заводах, выпуская ее в море. Поэтому торговля белугой и ее икрой подчинена строгим международным ограничениям. Но икра белуги очень вкусна, и браконьеры ее добывают даже там, где это запрещено делать. Впрочем, способ удовлетворить гурманов найден: выведен гибрид белуги и стерляди — белстер, который прекрасно поддается искусственному разведению. Как же инспектор может отличить легальную икру белстера от нелегальной белужьей?

Эту проблему попытались решить биологи из университетов Нагои и Южной Богемии. Они нашли несколько видоспецифических участков геномов стерляди и белуги, а затем, обобщив полученный материал, создали простую методику отличия белужьей икры от икры других осетровых. Для пробы достаточно одной икринки из партии. Теперь дело за малым: чтобы органы, контролирующие торговлю прикаспийских, приазовских и причерноморских стран — а только там и осталась эта самая крупная пресноводная рыба, — взяли новый метод на вооружение.



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

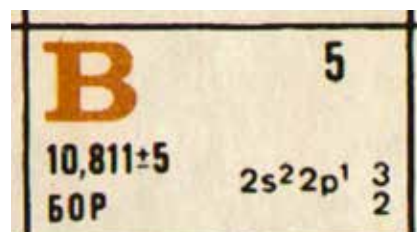
Таблетка от артрита*Боль в суставах можно облегчить двумя таблетками.*

Агентство «AlphaGalileo», 19 июня 2017 года. «Lancet», 16 июня 2017 года; doi: 10.1016/S0140-6736(17)31618-5

При лечении артрита применяют препарат метотрексат, снимающий воспаление суставов. А если он не действует, добавляют систематические, раз в две недели, уколы препарата, который подавляет так называемый фактор некроза опухоли TNF.

По мнению австрийского ревматолога Йозефа Смолена, без уколов можно обойтись, если дважды в день помимо метотрексата принимать таблетки препарата, подавляющего действие фермента янус-киназы JAK. Этот препарат под названием тофацитиниб не так давно появился в США, а теперь лицензирован и для применения в Евросоюзе. Упомянутый фермент отвечает за передачу информации между разными проявляющимися при воспалении факторами. Нарушенная связь между ними как раз и ведет к уменьшению воспаления суставов. Опыты, проведенные Смоленом при поддержке компании «Pfizer» с участием 1100 добровольцев, показали, что предлагаемое сочетание лекарств вполне безопасно и не менее эффективно, чем метотрексат с уколом.

Бор: факты и фактики



Откуда произошло слово «бор» и что такое бура?

Бор происходит от арабского слова «burah», которым обозначали соли белого цвета. В частности, такую важную соль, как тетраборат натрия — $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, соль борной кислоты. А важна она тем, что ее наряду с другим белым порошком — содой применяют в качестве флюса при пайке и плавке драгоценных и цветных металлов. Флюс защищает металл от окисления и не дает веществу тигля растворяться в нем. Казалось бы, драгоценным металлам флюс не нужен, им окисление не грозит. Однако в том же золоте может быть примесь меди, которая при нагреве окисляется, и частицы ее оксида портят ювелирное изделие. Бура не только препятствует окислению, но и поглощает уже образовавшиеся оксиды драгоценных металлов, очищая целевой продукт. При пайке же растворение поверхностной окисной пленки — гарантия прочного скрепления деталей.

С помощью буры извлекают золото на кустарном промысле, что гораздо безопаснее, чем применение ртути. Вот как это делают на Филиппинах. Концентрат золота, полученный промыванием в лотке золотоносной породы, помещают в пластиковые пакетики и небольшим количеством воды, кладут его в чашку с древесным углем, поджигают, раздувают, и через некоторое время выплавленное из породы золото собирается на дне чашки. Расплавленная бура, растворяя оксиды металлов, видимо, облегчает отделение золота от минеральной составляющей. Эффективность велика — если концентрат мелко размолот, а его минеральный состав оптимален, бурой можно извлечь в три раза больше золота, чем ртутью. А еще бура — дешевый и распространенный минерал, именно из нее получают борную кислоту, которая и послужила источником чистого бора.

Кто открыл бор? В 1808 году Жозеф Гей-Люссак и Луи Тенар обезвоживанием борной кислоты получили ангидрид бора, который при взаимодействии с раскаленным металлическим калием частично превратился в бор. Буквально через девять дней английский химик Гемфри Дэви получил бор электролизом расплава борного ангидрида. Увы, и французский, и английский бор не были чистыми, что отразилось и на их свойствах. Так, бор Дэви был проводником, а хорошо очищенный бор, как мы теперь знаем, — полупроводник. Однако хорошо очищать бор научились лишь к

60-м годам XX века, это очень трудно. Истинные свойства бора, без влияния даже ничтожных примесей, не установлены до сих пор. Даже относительно его цвета авторитетные справочные издания не согласны между собой: одни называют его бесцветным, другие черным, третьи перечисляют разнообразные цвета. Имея три валентных электрона, бор способен образовывать самые экзотические соединения с металлами. Один из рекорсменов — YB_6 , элементарная ячейка решетки которого состоит из 1588 атомов. А еще бор образует собственный борат, то есть в одном соединении создает и ионную и ковалентную связи. Детективную историю открытия бора, растянувшуюся на полтора столетия, подробно рассказал читателям «Химии и жизни» Артем Оганов (2011, 10).

В каком виде бор встречается в природе? Свободного бора в природе нет. Он входит в состав минералов — буры, ашарита, колеманита, калиборита, борациита, которые содержатся главным образом в подземных водах, водах нефтяных месторождений, термальных источниках и в рапе соленых озер. В природе бор всегда связан с кислородом, например, в борной кислоте и таких ее производных, как борокальцит, боронатрокальцит, пиноит, франклендит. Ученые предполагают, что образованию борсодержащих минералов способствовала повышенная летучесть бора с водяным паром.

Как получают бор? Промышленное получение бора основано на обработке буры серной кислотой. При этом образуется борная кислота. Ее кристаллы отфильтровывают и прокачивают, а оксид бора, получившийся в результате прокачивания, восстанавливают магнием. Сверхчистый бор получают разложением его хлорида.

Сколько бора содержится в живых организмах и какова его роль? Бор — важный микроэлемент для всего живого. Ничтожная добавка буры в удобрения может сильно увеличить урожай, опрыскивание борной кислотой цветков, например, вишни, в несколько раз увеличивает число образовавшихся завязей, особенно если есть проблемы с опылением цветков. За счет чего, неясно: такой же эффект дают растительные гормоны, однако бор в состав гормонов не входит. В организме человека бор участвует в обмене жиров, углеводов и

некоторых гормонов (например, гормона околощитовидных желез) и витаминов. В частности, бор способствует активации витамина D, который повышает усвоение кальция в костях. Бор назначают для повышения подвижности суставов и восстановления структуры костей при артрите, флюорозе и остеопорозе. Он регулирует количество жировой ткани в организме, ускоряя обмен веществ и расщепляя жир, а также отвечает за обмен магния, фтора и кальция. Однако механизм действия бора и его истинная физиологическая роль в организме млекопитающих до сих пор остаются загадкой. Чего стоит только действующая рекомендация ВОЗ от 1996 года, согласно которой ежедневная безопасная норма потребления бора имеет десятикратный размах: 1—13 мг!

С какими продуктами человек потребляет бор? Бор содержится в растительной пище — фруктах, зелени, орехах, грибах, а также в вине и пиве. Третью часть бора человек получает с напитками. Недавнее исследование химиков из Университета Масарика в Брно («Scientific World Journal», 2014, Article ID 898425; doi: 10.1155/2014/898425) подсказывает, что бором богат обыкновенный чай. Так, в чашке черного чая его 0,29—1,45 мг, а во фруктовом — 2,52—7,24 мг. Среди лидеров оказался каркаде, или гибискус. Как нетрудно посчитать, получается, что минимальная доза бора, упомянутая в рекомендации ВОЗ, получается от одной-двух чашек черного чая в день, а максимальная — от двух чашек малинового чая с добавкой каркаде.

Какие последствия будут при недостатке или переизбытке бора? При недостатке бора нарушается работа щитовидной и прочих эндокринных желез и, как следствие, происходит сбой в гормональной системе организма. У человека прогрессируют мочекаменные болезни, он может стать рассеянным. Работники промышленных предприятий, на которых используется бор, могут страдать от его переизбытка: у них проблемы со слизистой желудка и кишечника, также может начаться атрофия мышц, жировая прослойка исчезает, прогрессирует анорексия. Все эти симптомы относятся уже к профессиональным заболеваниям.

Как бор действует на насекомых? В большом количестве он для них губителен. Проверенное годами средство против тараканов — бура. Она, с добавками сахара,



служит основой многих противотараканых приманок. Можно использовать и чистую буру — ее надо рассыпать тонким, едва заметным слоем по тараканьим тропам: частицы буры прилипнут к телу насекомого, и оно неизбежно съест отраву, когда начнет чиститься. Бура, насыпанная горкой, эффекта не даст — таракан ее попросту обойдет. Для человека же и домашних животных бура безвредна — съесть ее столько, чтобы это повредило здоровью, практически невозможно. На основе соединений бора делают и препараты, нарушающие цикл размножения насекомых.

Как бор используют в металлургии? Бор — важный легирующий элемент, который добавляют в стали и никелевые жаропрочные сплавы в небольшом количестве, от тысячных до сотых долей процента. В стали бор резко улучшает прокаливаемость, повышает износостойкость, в жаропрочных сплавах он повышает прочность при высокой температуре. Причина в том, что бориды, особенно тугоплавких металлов, обладают высокой твердостью и стойкостью при высоких температурах. Один из самых устойчивых — борид тантала. Выделившись на границах зерен жаропрочного сплава, такие частицы препятствуют укрупнению зерна при высокой температуре, а тем самым и снижению прочности.

Что такое эльбор? В начале 60-х годов XX века, после того как с помощью высокого давления удалось превратить графит в алмаз, физики стали аналогичным способом работать и с другими веществами, порой добиваясь успеха. Например, нитрид бора при нормальных условиях получается с гексагональной решеткой, которая дает слоистую структуру, очень похожую на графит. Из этого гексагонального нитрида удалось высоким давлением и нагревом сделать метастабильную модификацию с кубической решеткой — кубический нитрид бора. Его твердость оказалась сравнима с алмазной, и новое вещество стали использовать для изготовления инструментов. Первыми это сделали американцы и назвали новый материал боразон. Советские физики не отстали и в 1962 году во ВНИИ абразивов и шлифования создали свой материал — эльбор. Вот как об этом рассказывал заместитель директора ВНИИАШ, лауреат Государственной премии В.А.Рыбаков (см. «Химию и жизнь», 1981, 7): «...Все приличные люди, родив ребенка, думают, как его назвать. Думали и мы, как обозвать новый абразив, но сначала ничего путного не придумывалось. Между собой производственники называли новый материал либо на зарубежный манер боразоном (хотя это не полный аналог боразона), либо просто нитридом. Ознакомившись с новым абразивом, один из заместителей министра станкостроительной и инструментальной промышленности дал совет

срочно «окрестить» новичка, подобрал ему название точное, красивое, музыкальное. Имя новичка не должно быть рычащим, шипящим, неудобнопроизносимым. Действовать следовало быстро: если нужно, связаться с писателями, которые знают толк в словообразовании, и даже с композиторами. Но ни те ни другие на наш зов не откликнулись. Пришлось выдумывать имя самим. Слово «эльбор» предложил я. Рассуждал так: основа материала — бор (слово короткое, звучное), а родился материал в Ленинграде. В названии города, в самом начале, есть мягкое «эль». Так вот и вышло «эльбор»...»

Инструмент из нитрида бора, который в СССР выпускали на Ленинградском станкостроительном заводе им. Ильича, нашел свою нишу. Дело в том, что углерод при нагреве охотно растворяется в железе, то есть при обработке стали алмазный инструмент быстро портится. Нитрид бора лишен этого недостатка, поэтому его применяли для изготовления подшипников и стального инструмента.

Что такое карбид бора и где его используют? При восстановлении оксида бора B_2O_3 углеродом получается карбид бора B_4C . По твердости он уступает алмазу и нитриду бора, однако и его широко применяют как абразив. Например, из него делают головки стоматологических сверл. Из карбида бора производят и броневою керамику, сочетающую высокую твердость и низкую плотность. Керамику на основе карбида бора в СССР делали на Лужском абразивном заводе в виде пластин. Сейчас в России нет серийного выпуска броневою керамики на основе карбида бора.

Чем интересны бороводороды? Существуют бороводороды, содержащие от 2 до 20 атомов бора в молекуле. В отличие от углеводородов, они образуют не цепочки атомов, а сложные пространственные структуры. Характер связей в бороводородах своеобразен: соединения в них не имеют достаточного числа электронов для образования между всеми атомами обычных двухэлектронных валентных связей. Они представляют большой интерес как перспективное ракетное топливо. B_2H_6 применяют для получения элементарного бора и для нанесения боридных покрытий на металлы. Некоторые производные бороводородов могут служить исходными продуктами для получения термостойких полимеров.

Боразан — топливо будущего? Боразан, или боран аммиака H_3NBH_3 , в перспективе может стать источником водорода для топливного элемента, так как водорода в нем 19,6 % по массе. Теоретически молекула боразана может высвободить три молекулы водорода, на практике получается хуже: лишь в 2011 году химики из Калифорнийского

университета изобрели специальный рутениевый катализатор, позволяющий из одного моля боразана выделить примерно два моля водорода.

Что такое борное регулирование?

Борная кислота H_3BO_3 необходима ядерной энергетике. В двухконтурных водо-водяных реакторах, где используют в качестве замедлителя и теплоносителя легкую воду, борная кислота, добавленная в циркулирующую через активную зону воду первого контура, служит дополнительным поглотителем нейтронов. Нейтроны поглощает изотоп бор-10.

Как бором лечат рак? При таком лечении — нейтронозахватной терапии — пытаются использовать наведенную радиоактивность бора-10: поглотив нейтрон, он дает ядро лития-7 и альфа-частицу. Последняя далеко не улетает и уничтожает раковую клетку, если реакция проходит внутри нее. Таким способом пытаются лечить опухоли мозга, которые пока что неизлечимы ни хирургическими методами, ни химиотерапией, человек после постановки диагноза живет один-полтора года. Бор-10 можно доставить в раковую клетку, включив его в состав фенилаланина или искусственно созданной аминокислоты. Главная же трудность, над преодолением которой бьются ученые, — сделать так, чтобы эта аминокислота накапливалась только в клетках опухоли: тогда лечение не заденет здоровые ткани.

Есть ли бор на Марсе и что это может значить? В докладе НАСА на ежегодной конференции Американского геофизического союза в Сан-Франциско 14 декабря 2016 года сообщалось, что на Марсе найден бор. Предполагается, что его месторождения образовались из-за химических взаимодействий марсианских почв и потоков воды, протекавших по ним в прошлом. «Если бор внутри марсианских залежей гипса похож на соединения этого вещества на Земле, можно утверждать, что вода на Марсе имела нейтральную реакцию и была довольно теплой — от 0 до 60°C», — объяснил находку коллег сотрудник Национальной лаборатории в Лос-Аламосе Патрик Гасда.

Я.А.Найчук,
кандидат химических наук
М.П.Лябин

Глядя в белую трубу

Про черные графитовые нанотрубки знают многие. Однако подобные структуры можно делать также из других материалов. Перспективен в этом плане предок сверхтвердого абразива — гексагональный нитрид бора со структурой как у графита. Это вещество дает белые нанотрубки — легкие, прочные, жесткие и с высокой теплопроводностью, только объемы производства пока что малы и могут обеспечить только нужды исследователей. Тем не менее уже наметились некоторые интересные области применения. Их описали сингапурские химики в недавнем обзоре («Molecules», 2016, 21, 922; doi: 10.3390/molecules21070922).

Рожденные в плазме

История нанотрубок из нитрида бора началась два десятилетия назад. В 1994 году исследователи группы Марвина Когена из Калифорнийского университета в Беркли провели расчет, который показал, что такие нанотрубки могут существовать. Спустя год они же подтвердили теорию практикой — вырастили первые бор-нитридные нанотрубки. Для их синтеза в плазменном разряде испаряли нитрид бора, который был нанесен на вольфрамовый стержень; получившаяся плазма осаждалась на медном охлаждающем стержне, где и формировались нанотрубки. В 1996 году Дмитрий Гольберг с японскими коллегами из Национального института исследований неорганических материалов в Цукубе предложил более совершенный метод — испарение лазером нитрида бора в атмосфере азота при сверхвысоком давлении в 100 000 атмосфер. При конденсации паров нитрида бора получаются капли, которые и служат субстратом для нанотрубок. Не исключено, что капли успевают к тому времени затвердеть в наночастицы кубического или гексагонального нитрида бора.

Очевидно, что этим методом получить чистые нанотрубки не удастся — они всегда будут загрязнены кристаллическим нитридом, а возможно, и каким-либо аморфными включениями или частицами чистого бора. От таких включений нанотрубки приходится очищать, после чего из коричневатой массы они превращаются в белоснежное вещество. Впрочем, сами нанотрубки все равно выходят разными, получается смесь одно- и многослойных трубок.

Бор-нитридный войлок

К 2009 году метод претерпел существенные изменения. Так, Майкл Смит из Исследовательского центра НАСА с коллегами из аэрокосмической отрасли решили испарять мощным киловаттным лазером чистый бор, не используя большое давление: их реактор был заполнен

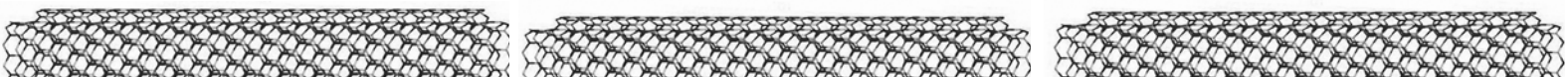
азотом под давлением 2—20 атмосфер. В установке возникал восходящий поток нагретых до 4000°C паров бора, которые по мере остывания конденсировались в капли жидкого бора, и на них росли нанотрубки из нитрида бора. В конце концов эти нанотрубки налипали на проволоку-конденсер, сделанную либо из металла, либо из нитрида бора, и получался нанотрубочный войлок. Скорость процесса оказалась уже достаточной для того, чтобы говорить о производстве, которое хотя бы дает сырье для дальнейших опытов, — 20—120 мг нанотрубок в час. По внешнему виду продукт, полученный в реакторе, напоминал хлопок — такой же мягкий, белый и пушистый. Увеличение мощности лазера и давления закономерно повышает выход материала — сейчас в лаборатории НАСА бор-нитридные нанотрубки делают лазером мощностью 2,5 кВт.

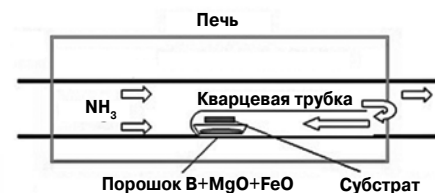
Рекорд на сегодня показывает производство белых нанотрубок с помощью плазменной дуги — 20—37 граммов в час. Один из способов в 2014 году предложили сотрудники Департамента развивающихся технологий Канадского исследовательского совета во главе с Бенуа Симордом, который теперь воз-

Американцы в своей установке получают пушистую пряжу из белых нанотрубок (слева), а канадцы — войлок (справа).



Фото предоставлено из статьи Smith, M. W. et al., "Nanotechnology" 2009, 20 и Fathalizadeh, A.; et al., "Nano Letters", 2014, 14, 4881–4886



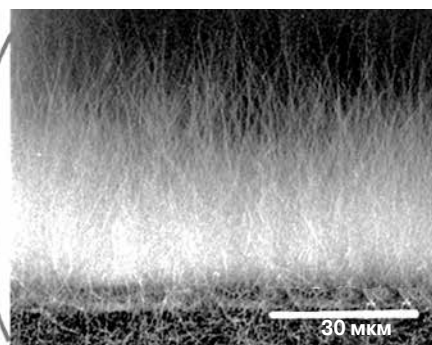


Для того, чтобы вырастить лес бор-нитридных нанотрубок на подложке, нужно нанести на нее слой катализатора, поместить в кварцевую трубку, а затем обработать горячим аммиаком. Получится сверхгидрофобное покрытие.

магния, железо или никель. Печь нагревают до 1200°C и вдувают в нее аммиак. Он попадает в трубку, в которой получается пар, содержащий бор и азот; из него и зарождаются высококачественные бор-нитридные нанотрубки, загрязненные разве что крошечными кусочками катализатора. Если же катализатором нарисовать на подложке узор, нанотрубки его воспроизведут. Вырастая перпендикулярно подложке, они формируют покрытие в виде леса, обладающее свойством сверхгидрофобности, — вода такое покрытие не смачивает, а собирается в капли.

Упрочнение трубок

Существующие методы позволяют получать смесь трубок, которые различаются и количеством слоев, и длиной. Поэтому трудно надеяться на использование каких-то их специфических электронных свойств — сначала нужно разделить смесь. А вот те механические и физические свойства, которые от тонкостей строения зависят слабо, вполне можно использовать и с имеющимся продуктом. Таких свойств четыре: жесткость — модуль Юнга, то есть коэффициент, связывающий деформацию и напряжение (у бор-нитридных нанотрубок в девять раз больше, чем у стали, и несколько больше, чем у углеродных), прочность, теплопроводность и уже упомянутая сверхгидрофобность. Вещество с такими свойствами отлично подходит в качестве наполнителя различных композитов. Их-то и пытаются создавать материаледы. Например, есть сополимер полилактида-полипролактона — биоразлагаемый полимер, который планируют использовать в тканевой хирургии в качестве каркаса для выращивания элементов скелета. Добавка всего 5 весовых процентов бор-нитридных нанотрубок увеличивает его модуль упругости в 13 раз, а предел текучести — вдвое. Улучшают они



Boinovich, L.B. et al., "Langmuir", 2012, 28, 1206–1216

износостойкость и сопротивление хрупкому разрушению у другого материала для искусственных костей — гидроксипатита. Поскольку бор-нитридные нанотрубки, в отличие от углеродных, вполне биосовместимы и быстро выводятся из организма, такой композит не должен вызывать нареканий у медиков. Более того, оказалось, что добавка нанотрубок в материал каркаса увеличивает экспрессию генов, которые регулируют дифференциацию остеоцитов, то есть рост новой костной ткани ускоряется.

Всего в полимер удается поместить в качестве наполнителя до 75% бор-нитридных нанотрубок, что опять же качественно меняет его свойства. Так, теплопроводность полиметилметакрилата может вырасти в 21 раз! Добавка 5% нанотрубок в алюминиевый сплав удваивает его прочность, 4% в барий-кальций-алюмосиликатном стекле увеличивает и его прочность почти в два раза, а сопротивление удару — на треть.

Бор-нитридные нанотрубки отлично поглощают ультрафиолетовые кванты; полимер с такой добавкой меньше деградирует под действием солнечного света и при этом не теряет своей прозрачности из-за наполнителя.

Очень интересные идеи применения бор-нитридных нанотрубок связаны со способностью бора-10 поглощать нейтроны: у этого изотопа сечение поглощения, то есть размер области около ядра, пролетев сквозь которую нейтрон обязательно будет захвачен ядром, уступает только гелию-3. Обогатив нанотрубки таким бором, можно решить две противоположные задачи: нападения и защиты.

С одной стороны, нанотрубки можно попытаться использовать для нейтронзахватной терапии (см. предыдущий материал): поймав нейтрон, бор-10 дает альфа-частицу, которая убивает клетку. К таким нанотрубкам легко приделывать различные органические соединения — возможно, это позволит создать вещество, способное накапливаться только в клетках опухоли.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Вообще-то с 50-х годов, когда появилась идея лечения рака нейтронами, прогресс в этом направлении был слабый, ничего лучше, чем борсодержащую аминокислоту борфенилаланин и борсодержащий натрий $\text{Na}_2\text{B}_{12}\text{H}_{11}\text{SH}$, придумать не удалось, но добиться от них существенного обогащения бором именно раковых клеток пока не получается, поэтому медики ищут альтернативы. Например, в 2016 году исследователи из Института биоорганической химии им. М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова РАН, Института органической химии СО РАН и Института ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН сообщили об успешной доставке в раковые клетки наночастицы бора в виде конъюгата с хлорином е6 (родственником хлорофилла). Неудивительно, что и бор-нитридные нанотрубки, содержащие огромные количества бора, привлекают внимание разработчиков этого перспективного метода лечения.

А с другой стороны, поскольку альфа-частицы улетают недалеко от породившего их бора, такие нанотрубки могут служить защитой от нейтронного облучения. Речь идет не только о реакторах атомных электростанций, но и о межпланетных полетах (недаром НАСА интересуется бор-нитридными нанотрубками). Под действием космических лучей и солнечного ветра в обшивке космического корабля возникает вторичное нейтронное излучение. Эти нейтроны сможет поймать покрытие из бор-нитридных нанотрубок. Конечно, время от времени его придется менять, что обеспечивает стабильное потребление этого вещества и понятный объем производства после того, как появится промышленность по изготовлению и обслуживанию межпланетной космонавтики. Защита от наведенной радиации нужна не только будущим межпланетным кораблям, но и уже имеющимся спутникам на геостационарной орбите, ведь они находятся за пределами радиационных поясов Земли и ничем не защищены от космических лучей и солнечного ветра.

Кандидат
физико-математических наук
С.М. Комаров

Кость можно сделать прозрачной

ХЕМОСКОП

Разработан биохимический процесс, который может сделать кости прозрачными. Это не связано с перспективой создания животных и людей-невидимок — на прозрачном костном материале легче изучать действие нового лекарства от остеопороза, ускоряющего рост клеток костной ткани («*Science Translational Medicine*», 2017, 9, 387, eaah6518, doi: 10.1126/scitranslmed.aah6518). Прозрачные кости могут оказаться интересными не только специалистам по созданию лекарственных препаратов: биологам и анатомам будет удобнее наблюдать в них рост и гибель клеток, образующих костную ткань. Стволовые клетки костной ткани с красными флуоресцентными метками легко разглядеть в прозрачной бедренной кости мыши.



привлекательна, чем привычный для анатомии и гистологии подход, основанный на изучении тонких срезов. Костную ткань, однако, намного сложнее сделать прозрачной, так как она импрегнирована неорганическими веществами (в первую очередь соединениями кальция), которые непросто удалить из кости, сохранив при этом ее структуру.

Исследователи из Калифорнийского технологического института под руководством профессора Вивианы Градинару разработали для этого стратегию, основываясь на методе *Clarity*, который позволяет сделать прозрачными мягкие ткани и в разработке которого Градинару принимала участие, будучи еще постдоком. Для удаления кальция из костей его связывали этилендиаминтетрауксусной кислотой — реактивом, под названиями ЭДТА или Трилон Б, знакомым всем, кто

делал лабораторные работы по аналитической химии. Затем, как и в методе *Clarity*, в кость вводили акриламидные мономеры, получая стабилизирующий гидрогель, а на завершающем этапе вымывали липиды с помощью поверхностно-активных веществ.

Чтобы увидеть клетки внутри прозрачной кости, исследователи получили генетически модифицированных мышей, у которых стволовые клетки костной ткани (остеопрогениторы) флуоресцировали красным. Фармацевтическая компания «Амджен» предоставила авторам работы для изучения новый лекарственный препарат, который должен бороться с остеопорозом. Мыши принимали экспериментальное средство, затем их кости сделали прозрачными и увидели, что клетки-остеопрогениторы делились более интенсивно, чем у животных из контрольной группы. По мнению Шона Моррисона из Университета Северо-западного Техаса, новая методика, дающая возможность видеть расположение стволовых клеток в костях, позволит лучше понять, какие изменения происходят со скелетом взрослого человека.

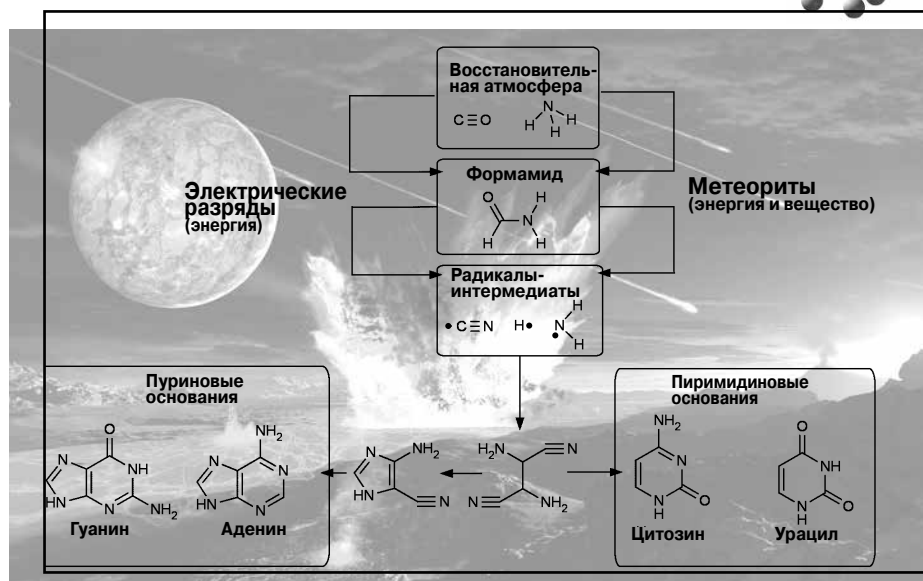


В эксперименте Миллера — Юри получены компоненты РНК

ХЕМОСКОП

«Святой Грааль» химиков и биологов — тайна появления жизни на Земле. По этому поводу существует много гипотез, но наиболее стройной все же считается гипотеза абиогенеза, согласно которой «вещества жизни» образовались в результате сложного каскада химических реакций относительно простых веществ в условиях молодой Земли. Весомым аргументом в ее пользу стал знаменитый эксперимент Миллера — Юри, в котором аминокислоты, входящие в состав белков, были получены из предполагаемых компонентов атмосферы добиотической Земли. Спустя 65 лет исследователи из Чехии показали, что в аналогичных условиях могли образоваться и азотистые основания РНК («*Proceedings of the National Academy of Sciences USA*», 2017, 114, 17, 4306–4311, doi: 10.1073/pnas.1700010114).

В 1952 году химики Стенли Миллер и Гарольд Юри провели ставший классическим эксперимент — они смоделировали процессы, которые могли протекать в атмосфере древней Земли, чтобы проверить возможность абиогенеза.



нагретую газообразную смесь воды, метана, аммиака, монооксида углерода и водорода, изолированную в стеклянной колбе, подвергали воздействию электрических разрядов, время от времени подавая свежие порции паров воды. В таком режиме реакции проводили около недели.

Схема химических процессов, протекающих в эксперименте чешских ученых, которые воспроизвели опыт Миллера — Юри с учетом критики

Анализируя получившийся раствор, Миллер и Юри однозначно идентифицировали в нем аминокислоты глицин, α -аланин и β -аланин, а также получили



свидетельства образования других аминокислот, входящих в состав современных белков. Спустя десятилетия, когда в инструментариум аналитической химии появились более мощные приборы, в том самом растворе (к счастью, он все это время хранился в запаянной ампуле в столе Юри, а после его смерти — у его ученика) обнаружили 18 из 20 протеиногенных аминокислот. Оставшиеся две — цистеин и метионин — не смогли получиться просто из-за того, что в первичных экспериментах Миллера и Юри не было источника серы.

Хотя эти результаты всегда считались весомым аргументом в пользу концепции абиогенеза, были и критические замечания. Основные претензии критиков: моделируя атмосферу ранней Земли, исследователи взяли газовую смесь со слишком значительными восстановительными способностями, к тому же аминокислот для возникновения жизни мало, нужны еще нуклеотиды.

С тех пор было проведено множество экспериментов, в которых удалось

получить из сравнительно простых молекул и азотистые основания, и нуклеотиды (подробнее см. «Химию и жизнь», 2013, 3). Сотрудники Института физической химии Академии наук Республики Чехия, работавшие под руководством Святоплука Цивиша, решили воспроизвести старый добрый эксперимент, слегка поменяв его условия. Очень многое в новом варианте осталось прежним — восстанавливающая газовая смесь из NH_3 , CO и H_2O , электрические импульсы. Однако исследователи добавили облучение системы мощным лазером — по их мнению, это должно было моделировать плазменные разряды в атмосфере Земли, которые возникали из-за ударных волн, вызванных регулярным падением на Землю крупных метеоритов. В итоге им удалось получить не только аминокислоты, но и все азотистые основания рибонуклеиновых кислот.

Протекающие в эксперименте реакции авторы описали следующим образом. При воздействии электри-

ческих разрядов и ультрафиолетового излучения на газообразную смесь аммиака, монооксида углерода и воды образуются формамид HC(O)NH_2 и циановодород HCN , которые затем, взаимодействуя, дают азотистое основание гуанин. Другие канонические азотистые основания — урацил, цитозин и аденин — образовывались в количествах более скромных, чем гуанин, но их присутствие тоже было подтверждено. В продуктах реакции также содержались мочевины и аминокислоты.

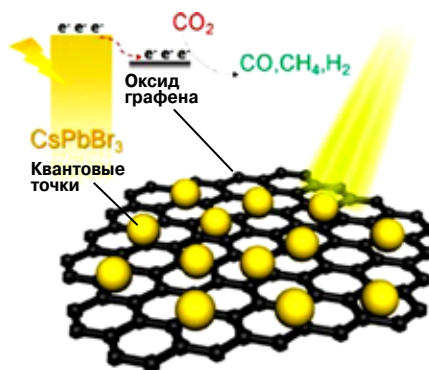
Исследователи подчеркивают, что своим экспериментом они стремились не опровергнуть альтернативные гипотезы абиогенеза, а показать, что компоненты РНК могли образоваться различными способами.

Квантовые точки для искусственного фотосинтеза

ХЕМОСКОП



Химики из Китая разработали композитный материал, состоящий из перовскитных квантовых точек и оксида графена, который способен ускорять процесс, давно уже получивший название «искусственный фотосинтез», — восстановление CO_2 при облучении светом. Это первый пример искусственного фотосинтеза, в котором задействованы перовскитные квантовые точки («*Journal of the American Chemical Society*», 2017, 139, 16, 5660–5663, doi: 10.1021/jacs.7b00489). По словам руководителя исследования Дай-Бин Куана из Университета Сунь Ятсена в Гуанчжоу, использованные в ходе работы галогенидные перовскиты показали рекордную эффективность в фотовосстановлении — 22,1%, и можно надеяться, что вскоре эти материалы бросят вызов уже существующим фотокатализаторам.



В качестве фотокатализатора восстановления диоксида углерода был использован композитный материал, состоящий из оксида графена и перовскитных квантовых точек.

Перовскитами в настоящее время называют природные и синтетические вещества с таким же строением кристаллической решетки, как у редкого минерала — перовскита (титаната кальция CaTiO_3). Перовскитной струк-

турой обладают высокотемпературные сверхпроводники, ионные проводники, а также многие магнитные и сегнетоэлектрические материалы.

Куан с коллегами получили квантовые точки — полупроводниковые наночастицы — из устойчивого цезий-свинцагалогенидного перовскита, а затем использовали квантовые точки для получения композитного материала, вторым компонентом которого был оксид графена. И данный перовскит, и оксид графена до этого продемонстрировали способность к эффективному поглощению видимого света и сильной люминесценции. Композитный материал выступил в роли катализатора основного этапа искусственного фотосинтеза — восстановления CO_2 ; солнечный свет имитировали ксеноновой лампой с подходящим светофильтром.

Оказалось, что квантовые точки из перовскита эффективнее квантовых точек

из сульфида кадмия и других классических материалов — они обеспечивают более высокую конверсию восстановления углекислого газа до монооксида углерода и метана. Кроме того, в композите проявился синергетический эффект: в комбинации с оксидом графена производительность перовскитных квантовых точек увеличилась на 26%; Куан полагает, что оксид графена улучшил разделение заряда и его транспорт.

Признавая, что оксид графена не самый дешевый и удобный в работе материал, Куан и его коллеги ищут альтернативу. Они ожидают, например, хорошей производительности от композитного материала, в котором оксид графена будет заменен на оксид титана TiO_2 . Есть недостаток и у свинецгалогенидных перовскитов, несмотря на высокую производительность, — они могут вносить вклад в загрязнение окружающей среды свинцом. Эту проблему тоже пытаются решать, заменяя свинец менее опасными металлами. Куан и его коллеги наметили несколько перспективных для фотокатализа перовскитов, не содержащих свинец, однако о каких соединениях идет речь, пока не сообщают.

Выпуск подготовил кандидат химических наук
А.И.Курамшин



Держать ли живот в голоде?

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

Разница между лекарством и ядом заключается в дозе. Это утверждение в полной мере относится к голоданию. Настоящий голод, то есть отсутствие еды, — большая беда. Однако контролируемое воздержание от пищи помогает сбросить вес, избавиться от многих болезней и продлить жизнь. Во всяком случае, современные исследования позволяют на это надеяться.

Что такое голодание?

Под лечебным голоданием подразумевают полное или почти полное воздержание от еды в период от 12 часов до трех недель, пьют в это время только воду. Голодать несколько дней, а то и неделю подряд тяжело, и существуют более щадящие методики, например прерывистое голодание, при котором люди воздерживаются от еды или очень умеренно питаются по 24 часа один-два раза в неделю. Голодные дни выбирают случайным образом либо с регулярными интервалами — так называемая

диета 5:2, предполагающая два определенных голодных дня в неделю. Вариант прерывистого голодания — чередующееся голодание, при котором сутки питаются нормально, а сутки обходятся без пищи. Есть еще периодическое голодание: два-три голодных дня раз в две недели или реже.

Иногда вместо голодания используют метод ограничения калорий, при котором их ежедневное потребление снижено на 20—40%, но многим людям бывает легче изредка голодать, чем ограничивать себя постоянно.

Организм переживает длительное голодание с помощью специальных метаболических адаптаций. Основным источником энергии для животных — глюкоза. Мы получаем ее с пищей и расходует по мере необходимости. Скорость расхода составляет около 40 г/час, и запаса, полученного с одной трапезой, хватает часа на четыре (см. таблицу). Если по истечении этого срока новая порция глюкозы не поступает, организм начинает тратить собственные запасы, которые хранятся в печени в виде гликогена. У человека, в зависимости от уровня физической активности, после 12—24 часов голодания уровень глюкозы в сыворотке крови снижается примерно на 20%, а запасы гликогена истощаются. Еще до этого в клетках печени начинается глюконеогенез —

синтез глюкозы из мышечных белков, кетоновых тел (ацетоуксусной кислоты, бета-гидроксимасляной кислоты, сокращенно БОМК) и глицерина. Кетоновые тела образуются из аминокислот, а также в результате ферментативного окисления жирных кислот, которые поступают из адипоцитов. Вновь синтезированная глюкоза и кетоновые тела идут на пропитание мозга, остальные ткани можно кормить жирными кислотами. Если голодание продолжается, глюкозы становится совсем мало и функции основного источника питания для мозга переходят к БОМК. Многие исследования свидетельствуют, что клетки мозга могут выживать, довольствуясь небольшим количеством глюкозы или вовсе обходиться без нее, но окончательно это не доказано. Вообще, у людей при длительном голодании уровень БОМК в плазме крови существенно возрастает и примерно в пять раз превышает концентрацию свободных жирных кислот и ацетоуксусной кислоты.

Таким образом человек может продержаться без еды 30 дней и более в зависимости от комплекции, количества жиров и активности глюконеогенеза. А есть виды, которые голодают до пяти месяцев, королевские пингвины например. К концу этого срока они теряют значительное количество белков, и глюконеогенез заметно ослабевает.

	0—4 часа	4—16 часов	16—32 часа	32 часа — 24 дня	Более 24 дней
Источник глюкозы в крови	Внешний	Гликоген Глюконеогенез в печени	Глюконеогенез в печени Гликоген	Глюконеогенез в печени и почках	Глюконеогенез в печени и почках
Ткани и органы, использующие глюкозу	Все	Все, кроме печени. Мышечная и жировая ткани снижают потребление глюкозы	Все, кроме печени. Мышечная и жировая ткани продолжают снижать потребление глюкозы	Мозг, эритроциты, мозговой слой почек. Мышцы — совсем чуть-чуть	Мозг, эритроциты, мозговой слой почек.
Источники энергии для мозга	Глюкоза	Глюкоза	Глюкоза	Глюкоза, кетоновые тела	Кетоновые тела, глюкоза



ЗДОРОВЬЕ

Метаболические изменения, вызванные голоданием, влияют на работу сотен генов в разных типах клеток, в том числе повышают их стрессоустойчивость, что при регулярном воздействии может привести к увеличению продолжительности жизни. Например, мыши, которых с юности кормили через день или ограничивали калорийность их рациона на 20—40%, жили дольше контрольной группы. Этот эффект часто рассматривают как адаптацию, которая увеличивает устойчивость популяции в неблагоприятных условиях (см. «Химию и жизнь», 2010, 10). А неблагоприятные условия возникли чуть ли не раньше самой жизни, поэтому приспособляться к ним начали еще бактерии миллиарды лет назад. И высшие организмы у них эти адаптации позаимствовали. Так, современная кишечная палочка в голодной среде живет в четыре раза дольше, чем в стандартном питательном бульоне. Если в такую бедную среду добавлять питательные вещества, продолжительность жизни бактерии вновь уменьшается. При этом ацетоуксусная кислота, вполне доброкачественный источник углерода, не сократит жизнь кишечной палочки. Возможно, прокариоты воспринимают ацетаты, напоминающие кетоновые тела, как элемент «голодной» метаболической программы. У дрожжей, одноклеточных эукариот, ситуация сходная, только функции резервного источника углерода выполняет не ацетат, а глицерин. Млекопитающие, как мы помним, и ацетат, и глицерин используют в основном при острой нехватке пищи.

Голодный мозг — активный мозг

Строго говоря, мозг голодает в последнюю очередь. В отсутствие еды млекопитающее перестраивает метаболизм таким образом, чтобы обеспечить мозг глюкозой, пусть даже в ущерб остальным тканям. Это чуть ли не единственный орган, который в результате голодания не уменьшается в

размерах (см. «Химию и жизнь», 2016, 12). С эволюционной точки зрения это значит, что поддержание функций мозга на должном уровне — наиважнейшая задача в условиях голодания.

При голодании в плазме крови возрастает уровень кетонов и гормонов грелина и адипонектина, а содержание инсулина, лептина и инсулиноподобного фактора роста (insulin-like growth factor 1, IGF-1) снижается. Эти изменения влияют на нейрохимическую активность мозга, стимулируют образование новых нейронов и активность нейронных сетей, оптимизируя метаболизм мозга и периферических органов (см. рисунок). В адаптивном ответе на прерывистое голодание основную роль играют четыре области мозга: гиппокамп регулирует когнитивные процессы, стриатум контролирует движения тела, гипоталамус — потребление пищи и температуру тела; ствол мозга — деятельность сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. Прерывистое голодание усиливает активность парасимпатической нервной системы: нейромедиатор ацетилхолин, выделяясь из нейронов, иннервирующих кишечник, сердце и артерии, улучшает подвижность кишечника, сокращает частоту сердечных сокращений и снижает давление. Кроме того, прерывистое голодание усиливает чувствительность к инсулину клеток мышц и печени, сокращает уровни окислительного стресса и воспаления во всем теле и мозге.

Все приспособления организма к голоду нацелены на то, чтобы помочь ему выжить. Голодающее животное должно не сбрасывать вес, а искать еду, к чему мозг его и побуждает, мобилизуя все системы организма и в первую очередь — собственные когнитивные способности. И действительно, голодные млекопитающие всегда активны, это их характерная, консервативная особенность. Зато наевшись, они сыто дремлют.

Эксперименты показали, что у крыс чередование сытых и голодных дней обостряет сенсорную и двигательную

активность, улучшает способность к обучению и память. При этом из стволовых клеток образуются новые нейроны и устанавливаются новые синаптические связи. А гормон голода грелин, который вырабатывается в пустом желудке, стимулирует у грызунов обучение и память.

Для обеспечения этих функций клетки мозга синтезируют специфические факторы, в том числе нейротрофический фактор мозга (brain-derived neurotrophic factor, BDNF). Этот фактор и рецептор к нему появились у позвоночных; у мух, червей и прочих безмозглых видов их нет. Основная роль BDNF заключается в регуляции потребления энергии. Его экспрессия в некоторых участках мозга возрастает при физической нагрузке и в условиях прерывистого голодания. BDNF отчасти ответствен за усиление синаптической пластичности, образование нейронов и их устойчивость к разрушению при голодании. BDNF в мозге также определяет поведенческий и метаболический ответы на голодание и физическую нагрузку, включая активность, регуляцию аппетита, периферийный метаболизм глюкозы, автономный контроль сердечно-сосудистой и желудочно-кишечной системы.

Адаптивные реакции мозга на голод регулируют и другие молекулы, в том числе нейропептиды, самый известный из которых — нейропептид Y, вырабатываемый в гипоталамусе.

Если голодание стимулирует образование новых нейронов и связей между ними, а также защищает нервные клетки мозга от повреждений, мы вправе ожидать, что оно благотворно подействует на людей, страдающих нейродегенеративными заболеваниями. Большинство данных в этой области получено на мышах — моделях болезней Альцгеймера, Паркинсона и Хантингтона. Это трансгенные животные, несущие соответствующие мутантные гены человека, или грызуны, которым ввели нейротоксины. У таких животных в условиях прерывистого голодания реже наблюдаются дисфункция и дегенерация нейронов

и меньше клинических симптомов заболеваний, чем у мышей, которые едят вволю. Голодающие животные также чувствуют себя лучше после острых повреждений, вызванных эпилептическими припадками, инсультом и травмами головного и спинного мозга.

Исследователи выяснили, что прерывистое голодание усиливает биоэнергетику клеток, снижает воспаление, не дает накапливаться молекулам, которые повреждены окислительным стрессом, усиливает сигнальное действие нейротрофических факторов, в том числе BDNF, и шаперонов — белков, повышающих устойчивость других белков в стрессовых условиях. И как мы уже говорили, стимулирует образование новых синапсов и дифференцировку нейронов из стволовых клеток.

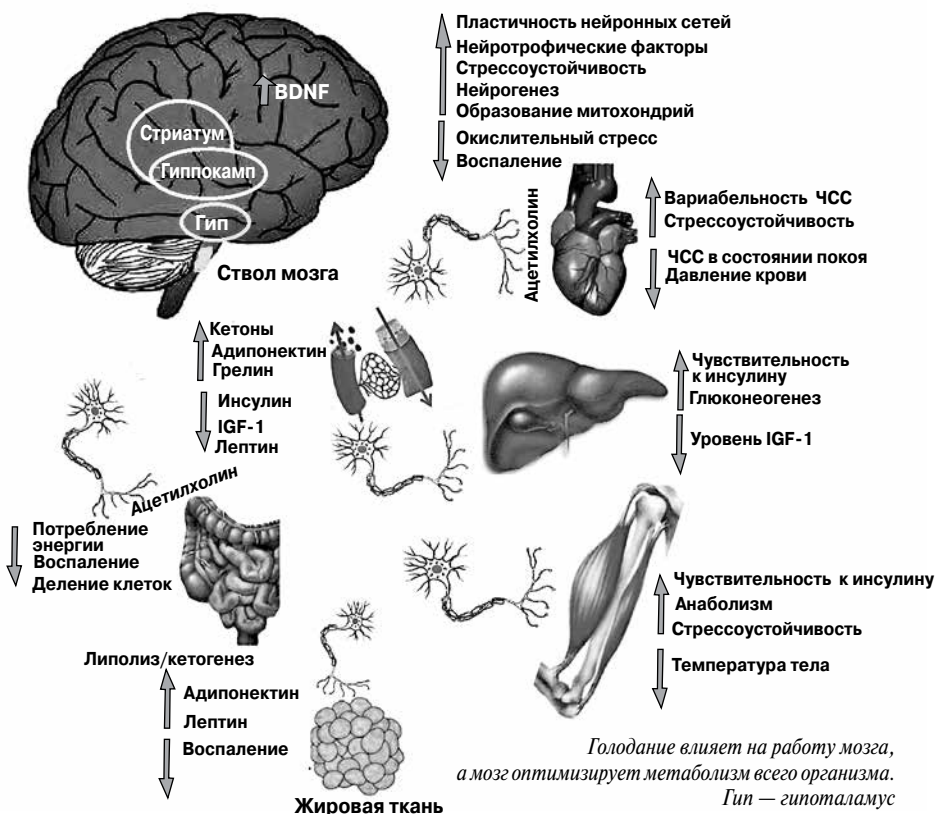
Однако не все нейроны способны адаптироваться к умеренному стрессу, вызванному голоданием. Примером служит наследственный амиотрофический боковой склероз, который возникает в результате поражения двигательных нейронов, расположенных в моторной коре и спинном мозге. В некоторых моделях заболевания голодание не только не защищает эти клетки, но и усиливает их дегенерацию.

Все вышесказанное — о грызунах. Данные, полученных на людях, практически нет. Лишь недавно доктор Джеффри Дэвис и его коллега Аманда Хорнсби из университета Суонси (Великобритания) показали, что у пациентов, страдающих деменцией, вызванной болезнью Паркинсона, содержание грелина в сыворотке крови меньше, чем у здоровых людей, и предположили, что повышенный уровень гормона, а повышается он при голодании, может ослабить симптомы болезни.

Голодание и химиотерапия

В статьях, посвященных лечебному голоданию, можно прочесть, что при онкологических заболеваниях оно категорически противопоказано. В то же время несколько десятилетий назад стала популярной идея о том, что рак можно вылечить длительным голоданием. Для некоторых видов рака она, возможно, верна. Так, у мышей, голодавших через день, существенно снизилась заболеваемость лимфомами, а голодание раз в неделю сокращало спонтанное образование опухолей у генетически склонных к нему грызунов.

Однако длительное воздержание от пищи таит в себе опасность. Во время голодания клетки многих тканей и органов гибнут или атрофируются, а возобновление нормального питания резко увеличивает концентрации ростовых факторов и способствует пролифера-



ции. При наличии соответствующих мутаций это бурное клеточное деление стимулирует канцерогенез или предраковые поражения тканей, включая печень и толстую кишку.

В то же время исследования на мышах дают основания надеяться, что правильно подобранные циклы периодического голодания могут быть столь же эффективны в лечении рака, как и химиотерапия. Периодическое голодание продолжительностью два-три дня защищает грызунов от вредного действия различных химиотерапевтических препаратов. Исследователи объясняют этот феномен следующим образом. Периодически возникающие экстремальные условия, в данном случае ограничение калорий, повышают стрессоустойчивость здоровых клеток. Механизмы, ответственные за эти эффекты, пока не вполне понятны. А трансформированные клетки приобрели мутации, которые способствуют их росту в нормальных условиях, но затрудняют адаптацию к экстремальным. Оказавшись в условиях двойного стресса, вызванного лекарствами и голодом, раковые клетки не могут к ним приспособиться и гибнут, а здоровые успешно себя защищают. В результате у мышей, предрасположенных к образованию метастазов, комбинация голодания и химиотерапии позволяет выжить 20—60% животных. Голодание и химиотерапия по отдельности не позволяют достичь таких успехов.

Результатов клинических экспериментов пока нет. Согласно лабораторным

данным, вызванное голоданием снижение концентрации инсулина, IGF-1, глюкозы и повышенное содержание кетоновых тел может предотвращать повреждения ДНК и канцерогенез. Предварительное исследование, проведенное на десяти больных с разными опухолями, показало, что сочетание химиотерапии и голодания, по оценке самих больных, ослабляет побочные эффекты химиотерапии. Сейчас влияние голодания на токсичность лечения и рост опухоли проверяют в клиниках Европы и США. Специалисты полагают, что эта методика будет отчасти эффективна лишь для некоторых типов рака.

Долгая жизнь впроголодь

Считается, что голодание продлевает жизнь, активируя клеточные механизмы адаптации к стрессу. На самом деле его действие неоднозначно. Прерывистое голодание может продлить грызунам жизнь, но лишь в том случае, если начато в раннем возрасте; для мышей это полтора месяца. Если же мышь начинает ограничивать в пище относительно поздно, месяцев в десять, это не только не отсрочит ее конец, но, скорее всего, приблизит. Голодание запускает разные механизмы, и те из них, которые разрушают организм, могут перевесить антивозрастной эффект. Например, регулярное воздержание бывает полезно в молодом и среднем возрасте, поскольку позволяет поддерживать постоянный вес, однако к старости и люди, и животные нередко худеют, и в

этом случае недостаток калорий только повредит.

Старение людей обычно исследуют, анализируя изменения биохимических маркеров. На старение влияет несколько факторов: окислительные повреждения белков, ДНК и липидов; воспаление; повышенные уровни глюкозы, инсулина и IGF-1, хотя этому фактору с возрастом полагается умиляться. Прерывистое голодание в течение 2—4 недель действительно позволяет снизить уровень маркеров окислительного стресса и воспаления, если он повышен, а заодно улучшить настроение и сбросить вес.

Ох уж этот вес, причина столько недугов, отравляющих и укорачивающих нам жизнь! Болезнь века — метаболический синдром, абдоминальное ожирение, сопровождаемое инсулиновой резистентностью, повышенным уровнем триглицеридов в крови и гипертензией, что существенно увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, инсульта и болезни Альцгеймера. Грызуны приобретают признаки метаболического синдрома, сидя на жирной и сладкой диете. Прерывистое голодание позволяет предотвратить развитие этих симптомов и существенно оздоровить животных. Оно помогает при гипергликемии, защищает сердце от ишемических повреждений после инфаркта миокарда, заметно улучшает состояние тканей после ишемического повреждения почек и печени, нормализует гормональный фон, подавляет воспаление, улучшает чувствительность клеток к инсулину и, наконец, способствует изменению кишечной микробиоты, которая предохраняет от метаболического синдрома.

Данные, полученные на мышах и крысах, и в людей вселяют надежду, однако им трудно длительное время соблюдать режим прерывистого голодания. А быстро метаболический синдром не победить. Чтобы нормализовать давление, восстановить чувствительность к инсулину и избавиться от абдоминального жира, люди с избыточным весом полгода голодали дважды в неделю, потребляя в эти дни всего 500—600 калорий.

Есть данные о людях, соблюдающих Рамадан. Этот пост длится месяц, в течение которого верующие в дневное время воздерживаются от еды и питья. Фактически пост предусматривает две трапезы в день, разделенные приблизительно 12 часами. У пациентов с метаболическим синдромом снижался уровень глюкозы в крови и возрастала чувствительность к инсулину. Люди, которые постились регулярно, менее склонны к диабету по сравнению с теми, кто не постился (исследование проводили среди пациентов, которые попали

в поле зрения врачей при обследовании коронарных сосудов).

Если пятнадцатидневное альтернативное голодание проводят здоровые молодые люди, они не худеют, однако у них улучшается метаболизм глюкозы, что служит профилактикой развития метаболического синдрома. Что случится при более длительном голодании, которое переключает обмен на разрушение жиров и кетоновых тел, — неизвестно.

Специалисты, изучающие прерывистое и периодическое голодание, считают, что оно должно стать частью стиля жизни взрослого человека, который желает быть здоровым и снизить риск развития многих хронических заболеваний. Особенно полезно голодание тем, кто имеет лишний вес и ведет сидячий образ жизни. У исследователей есть все основания для такого мнения: эксперименты на животных демонстрируют явный и воспроизводимый эффект голодания на такие показатели здоровья, как чувствительность к инсулину, давление крови, воспаление, количества жира, IGF-1, инсулина, глюкозы, вызывающих атеросклероз липидов. Голодание помогает при самых разных недугах, но механизм его действия во всех случаях общий — оно запускает адаптивный ответ клетки на стресс, что усиливает ее способность справляться с серьезными потрясениями и противодействовать болезням.

При всем при том разгрузочные дни показаны не всем и не всегда. Возможно, что прерывистое и периодическое голодание вредно детям, очень старым или истощенным людям. Поскольку исследования на этих категориях проводить опасно, то и проверить это предположение нельзя.

Кроме того, во второй половине жизни у людей с небольшим лишним весом — индекс массы тела 25—30 — риск общей смертности ниже, чем у людей нормального веса (см. «Химия и жизнь», 2014, 1), поэтому, рекомендуя человеку голодание, нужно обращать внимание на его возраст. На эффект прерывистого и периодического голодания влияют также определенные инфекционные заболевания и раны. Воздействие голодания на разные недуги в зависимости от возраста сейчас активно исследуют.

Режимы голодания можно адаптировать в зависимости от болезни и особенностей конкретного человека; однако, чтобы они были по-настоящему действенны, не меньшее внимание нужно обращать на рацион в промежутках между голодными днями. Например, длительное голодание продолжительностью от одной до трех недель излечивает ревматоидный артрит (проверено на крысах и людях). За это время боль



ЗДОРОВЬЕ

и воспаление заметно ослабевают, однако возобновляются при возвращении к обычному питанию, если только пациент не садится на вегетарианскую диету («Clinical Rheumatology», 1994, 13, 475—482, doi: 10.1007/BF02242946; «Scandinavian Journal of Rheumatology», 2001, 30, 1—10). Сочетание голодания и вегетарианского питания можно рассматривать как комбинированную терапию, эффект от которой ощущается не менее двух лет.

Исследователи также отмечают, что несбалансированный рацион, при котором человек в промежутках между голодными днями налегает на калорийные блюда, может сбить циркадианный ритм и повлиять на работу эндокринной и пищеварительной систем.

Очевидно, для каждого пациента нужно разрабатывать приемлемый рацион. За образец можно взять средиземноморскую или окинавскую диеты, которые предполагают низкое потребление белка, около 0,8 г на килограмм веса. И разумеется, питаться следует умеренно.

Привыкнуть к новому режиму питания непросто, мозг должен перестроиться, изжить зависимость от регулярного потребления пищи. Приспособление занимает 4—6 недель, они самые трудные, и лучше, если за голодающим в это время наблюдает врач или диетолог, всегда готовый дать совет и проконтролировать результат. И вообще, от самолечения голоданием лучше воздержаться, слишком много факторов приходится учитывать, влияние которых иногда даже специалистам не вполне ясно. Так что в этой области необходимы длительные рандомизированные клинические исследования, и здесь без лабораторных животных, конечно, не обойдется. Надейтесь люди, держитесь, мышцы!

Написано по материалам обзора: Valter Longo, Mark Mattson. «Fasting: Molecular Mechanisms and Clinical Applications» («Cell Metabolism», 2014, 19, 181—92, doi: 10.1016/j.cmet.2013.12.008).





Вино глазами химика

ЧТО МЫ ПЬЕМ

И.А.Леенсон

Vina bibunt homines, animalia cetera fontes.

Только люди пьют вино, остальные животные — чистую воду (лат.)

Если первой химической реакцией, которую начал использовать человек, было горение, то второй такой реакцией стало брожение. В Месопотамии способы получения различных напитков с помощью брожения были разработаны еще в первой половине третьего тысячелетия до н. э. Бродить могут самые разнообразные продукты, содержащие сахар: мед, патока, виноградный и другие фруктовые соки. В древности заметили, что легче всего подвергается брожению жидкость, полученная путем выжимки сока из винограда, — виноградное сусло. Дрожжевые грибки, вызывающие спиртовое брожение, живут и в дикой природе (см. «Химию и жизнь», 2016, 12), в сладкие напитки, приготовленные человеком, попадают из воздуха, поэтому этиловый спирт в виде разбавленных растворов известен людям с давних времен. Хотя, конечно,

еще тогда человечество перестало надеяться на помощь диких дрожжей в приготовлении пива и браги и научилось использовать закваски.

С тех пор люди изобрели множество самых разнообразных спиртосодержащих напитков. В винном отделе крупного магазина за границей в глаза пестрит от множества бутылок, начиная дешевыми ординарными винами по два-три доллара за бутылку и заканчивая коллекционными марочными, их цену и назвать страшно. А еще бывают аукционы, где за бешеные деньги продают залитые сургучом бутылки, возраст которых исчисляется веками. Чем же все эти вина различаются?

Для поэта вино — дар богов, а для химика — водный раствор этилового спирта, сахар и немного примесей, содержание которых составляет порой сотые доли процента. Но именно эти примеси и придают винам особо тонкий вкус и аромат; в этом отношении дорогие вина можно сопоставить с французскими духами, а дешевые — с «Тройным» одеколоном.

Хорошее вино содержит множество самых разнообразных соединений. В 24-м томе американской энциклопедии технической химии Кирка-Отмера, вышедшем в 1978 году, было указано, что вино содержит более 200 компонентов; сейчас

их известно вдвое больше. Среди них спирты и сахара, альдегиды и кетоны, кислоты и их эфиры, минеральные соли, витамины, полифенолы и терпены, ароматические соединения и красители. Причем все эти вещества подобраны природой в определенных соотношениях, и каждому вину свойствен его неповторимый состав, как каждому музыкальному инструменту — свой тембр и богатство обертонов. Американский химик, специалист-энолог (от др.-греч. οἶνος — вино) профессор Мейнард Эндрю Америк из Калифорнийского университета в Дэвисе назвал вино «химической симфонией».

Когда-то с помощью Луи Пастера (1822—1895) вино внесло важный вклад в физику. На стенках бочек с вином со временем образуется твердый налет, который назвали винным камнем. Это кислая калиевая соль винной (виннокаменной) кислоты, один из продуктов брожения виноградного сока. При нагревании ее водного раствора образуется так называемая виноградная кислота. Природная винная кислота обладает оптической активностью — вращает плоскость поляризованного света вправо, а виноградная кислота оптически неактивна. Пастер, рассматривая под микроскопом кристаллы натрий-аммониевой соли виноградной кислоты, заметил, что по форме кристаллы можно разделить на два типа. Он отделил кристаллы одного типа от другого и показал, что из них можно получить два разных вещества — правовращающую винную кислоту и ранее неизвестную левовращающую, то есть виноградная кислота оказалась их смесью. Это было выдающееся открытие: обнаружение энантиомеров (от греч. *enantios* — противоположный) оптически активных органических соединений.

Физика не осталась в долгу — лауреат Нобелевской премии Уиллард Либби (1908—1980) разработал метод определения возраста вин (если им не больше нескольких десятков лет). Виноград поглощает тритий из почвенных вод, а после снятия урожая содержание трития в виноградном соке начинает снижаться с известной скоростью: примерно вдвое через каждые 12 лет. По остаточной активности и определяется возраст.

В принципе все виноградные вина образуются одинаковым способом. В виноградном сусле 18—25% сахаров, из которых 95% — это глюкоза и фруктоза, остальное — сахароза, мальтоза, мелобиоза, рафиноза и т. д. Есть в сусле и другие вещества — десятки органических кислот, два десятка аминокислот, антоцианы и другие пигменты, танины, ароматические соединения, витамины, ферменты, минеральные соли. При брожении сусла сахар превращается в этанол и углекислый газ, а в растворе появляется масса новых компонентов, среди

которых важную роль играют пахучие соединения — уксусный альдегид, сложные эфиры, лактоны. Если считать, что весь этот сахар в сусле представлен глюкозой и она полностью сброжена, то крепость вина при указанном содержании сахара составит 10—14,5%. Для получения более крепких десертных вин в них добавляют перегнаный из вина этиловый спирт. С помощью добавок спирта можно остановить брожение, когда в продукте осталось еще много сахара. Так получают сладкие и полусладкие вина.

Когда концентрация этилового спирта повышается примерно до 12—13%, дрожжи погибают и спиртовое брожение прекращается (хотя известны штаммы дрожжей, выживающие и при несколько большем содержании спирта). Для получения более концентрированных растворов спирта необходима перегонка вина. Такие спиртовые растворы научились делать алхимики в Италии в XII веке (по-видимому, это первая документированная процедура). Они нагревали вино до кипения и конденсировали выделяющиеся пары, а собранному конденсату дали латинское название *spiritus vini*, то есть «дух вина». И сейчас перегонкой получают более крепкие спиртные напитки — виски, бренди, джина, рома, коньяка. Этиловый спирт применяют для крепления виноградного вина.

Долгое время не знали, что именно превращает сахар в спирт. В 1802 году французский химик Луи Жак Тенар (1777—1857) впервые обратил внимание на активную роль дрожжей при брожении. Долго не прекращался спор о сути брожения между выдающимся немецким химиком Юстусом Либихом (1803—1873) и не менее выдающимся французским ученым Луи Пастером. Либих считал, что это чисто химический процесс, тогда как Пастер утверждал, что брожение могут вызывать только целые (живые) клетки дрожжей. В 1897 году немецкий биохимик Эдуард Бухнер (1860—1917) и его старший брат бактериолог Ганс Бухнер (1850—1902) для получения биохимических препаратов тщательно растерли дрожжи, а чтобы вытяжка долго не портилась, добавили к ней консервант — сахар. Каково же было их удивление, когда оказалось, что разрушенные дрожжевые клетки сбраживают сахар ничуть не хуже, чем живые дрожжи. Так ученые открыли бесклеточное брожение и доказали чисто химическую природу этого процесса. Оказалось, что в дрожжах содержатся особые белковые вещества, которые катализируют разнообразные химические процессы; их назвали ферментами. За это открытие Эдуард Бухнер в 1907 году, через пять лет после смерти своего брата, был удостоен Нобелевской премии по химии.

Но даже если к суслу не добавлять никаких дрожжей, вино все равно получится. Кожица растущей виноградины покрыта естественной воскообразной пленкой — примерно такой же, как на яблоке. На этой пленке оседают частицы плесени и диких дрожжей, заносимых на нее ветром или насекомыми. Дрожжевых клеток на одной ягоде бывает до 10 миллионов, лишь около 1% из них принадлежит к различным разновидностям винных дрожжей, но в благоприятных условиях дрожжи быстро размножаются. Тип дрожжей заметно сказывается на качестве вина, на старых виноградниках между виноградом и дрожжами на протяжении столетий установилась естественная гармония, поэтому неудивительно, что именно в таких местах получают вина высшего качества.

От чего же зависит, получится ли из отжатого виноградного сока — сусла простенькое сухое вино или изысканный напиток, имеющий всемирную славу? Прежде всего — от сорта винограда, места его произрастания и погодных условий. Чтобы дрожжи хорошо себя чувствовали, им нужны не только сахар и вода, но и многие другие содержащиеся в виноградном соке вещества. В этом легко убедиться, добавив дрожжи просто к сладкой воде — ничего, кроме неприятно пахнущего слабого спиртового раствора, не получится.

Осенью девятого года император Август распорядился выслать одного из самых талантливых римских поэтов Публия Овидия Назона в дикую страну гетов и сарматов, на берега Черного моря (сейчас на этом месте румынский город Констанца). Для римлянина это было тяжелейшим наказанием, Овидий жаловался, что «вина зимой здесь затвердевают, и люди не пьют их, а едят кусочками». Поскольку крепленых вин тогда не делали, этот факт позволяет определить, насколько студеную зиму приходилось терпеть поэту. Опыт с сухим каберне показал, что при $-6,5^{\circ}\text{C}$ сначала образуется густая «каша», которая при дальнейшем снижении температуры до $-9,5^{\circ}\text{C}$ постепенно твердеет. В современной Констанце температура в январе действительно опускается до -10°C , так что климат на черноморском побережье Румынии с тех пор мало изменился.



Памятник Овидию в Констанце

Качество вина зависит от весенних заморозков, от влажности воздуха, числа солнечных дней летом и даже от того, на каком склоне — северном или южном выросла лоза. Поэтому при оценке вин столь большое значение придают году сбора урожая. Если осенью, в самое важное для вызревания винограда время, будут идти дожди или просто будет пасмурно, виноград останется кислым. Кислым будет и полученное из него вино, при этом концентрация кислот может достигать 13 г/л. В хорошем же вине она не должна превышать 6 г/л. Для снижения кислотности в вино добавляют мел, который нейтрализует часть кислот (осадок кальциевых солей отфильтровывают). Самые благоприятные для винограда условия хорошо сочетаются в районе Бордо во Франции, в Северной Испании, в Центральной и Северной Италии, Северной Калифорнии. А вот в Германии, Швейцарии, Австрии и даже в Бургундии (Франция) в некоторые годы виноград накапливает недостаточно сахара, и его приходится потом добавлять к суслу, что отражается на качестве вина.

После сбора виноград необходимо как можно скорее доставить на винный завод, чтобы он не потерял влагу и не испортился. Если нужно изготовить белое вино, на брожение направляют только отжатый сок. При изготовлении красного вина в бродильные чаны закладывают все, что выходит из давильных устройств: и сок, и мякоть, и кожицу, и косточки (которые при отжиме должны оставаться неповрежденными). Содержащиеся в кожице пигменты придают красному вину его цвет, а танины косточек и кожицы — терпкий аромат и вязущий вкус. Бывают и розовые вина. Их созревание начинается, как и у красных вин, но примерно через сутки сок отфильтровывают, и он продолжает бродить уже сам по себе.

Как уже говорилось, современные виноделы не полагаются на капризы естественных дрожжей, размножившихся на кожице виноградин, их заменяют специально выращенными чистыми культурами — так же, как при изготовлении молочнокислых продуктов на молокозаводах не используют случайные закваски. Чтобы подавить жизнедеятельность диких дрожжей, сусло сначала обрабатывают сернистым газом или сульфитами, а уже затем добавляют чистые культуры. Сернистый газ заодно осветляет вино и замедляет нежелательные процессы окисления.

Еще одно нововведение — тщательный контроль температуры в бродильном чане, которая не должна превышать 29,5°C для красных столовых вин и 15,5°C — для белых. Медленное брожение при пониженной температуре повышает содержание в вине сложных эфиров и других пахучих соединений, а также увеличивает выход спирта. Если к сухому вину добавить сахар и подвергнуть его повторному брожению в замкнутом сосуде (откуда выделяющийся углекислый газ не может улечься), то получится так называемое игристое вино. Давление в бутылке шампанского достигает 4—5 атм; в прежние времена во время приготовления шампанского сильное давление разрывало до четверти всех бутылок. Потом давление углекислого газа в бутылке научились точно рассчитывать, и уже в 30-е годы XX века удалось снизить потери до 1%.

Однажды с углекислым газом случился казус. В 1827 году в Лондоне, под Темзой, прокладывали первый туннель. Окончание работ отметили мероприятием, на котором присутствовали 50 «очень важных персон» и акционеров строительной компании и 120 рабочих. По традиции выпили шампанского. Но, поднявшись наверх, люди почувствовали себя плохо: при понижении внешнего давления углекислый газ начал освобождаться из жидкости прямо в желудке. К счастью, перепад давления был не очень большим, так что все закончилось благополучно. К стати, чтобы с выбитой пробкой из бутылки не выплеснулась половина шампанского, его следует предварительно охладить и не подвергать резким толчкам: встряхивание создает в вине центры нуклеации,

которые способствуют быстрому образованию мириадов газовых пузырьков со всеми вылетающими последствиями.

Для качества вина исключительно важны условия, в которых происходит его «созревание». Это очень сложный химический процесс, при этом молодое вино теряет дрожжевой привкус и приобретает сложный букет. Окисление пигментов и танинов кислородом воздуха делает красное вино более темным, а белое приобретает янтарный оттенок. Поэтому очень важно также качество дубовых бочек, в которых созревает вино: от него зависит степень проницаемости воздуха. Искусство винодела состоит в том, чтобы разлить вино из бочки в бутылки вовремя — не слишком рано и не поздно. Обычно для созревания хорошего вина требуется около двух лет. Дешевые вина выдерживают в цементных или стальных резервуарах.

Жизнь вина не прекращается и после того, как оно попадет в бутылку: с годами оно зреет и стареет. Однако далеко не всегда самые старые вина — самые лучшие. Красное марочное вино может начать терять свои качества через десять лет хранения, а белое — уже через пять. Крепленные вина выдерживают более длительные сроки.

В виноделии существуют весьма экзотические технологические приемы. Например, при производстве испанского хереса загружаемый в пресс виноград пересыпают местной землей, содержащей 80—85% гипса, — около 2 кг на тонну ягод. Вино выдерживают в неплотно закрытых бочках, при этом на его поверхности появляется толстая, в полсантиметра, дрожжевая пленка. Именно благодаря ей херес приобретает свойственные только ему специфический вкус и запах. А при изготовлении мадеры вино выдерживают в специальных отапливаемых помещениях, температура в которых достигает 70°C, причем в крышках бочек имеются отверстия. Вино высшего качества требует нескольких лет нагрева. Длительное нагревание в дубовых бочках приводит к окислению выделяющихся из тары дубильных веществ, а также спирта, сахара и красящих веществ. Получающаяся смесь множества веществ и определяет качество этого вина.

При спиртовом брожении всегда в большем или меньшем количестве образуется множество других побочных продуктов, в числе которых — высшие спирты. Их, а также некоторые другие соединения, называют сивушными маслами; они имеют неприятный запах и вкус и ядовиты. Задача винодела — ограничить образование высших спиртов в допустимых пределах.

Если сухое вино вовремя не выпить, то при длительном хранении (особенно в открытой бутылке) оно скиснет. Это происходит потому, что в воздухе всегда присутствуют зародыши особой бактерии (ее называют также уксусным грибок), которая, попадая в спиртовую жидкость, начинает в ней размножаться, перерабатывая при этом спирт в уксусную кислоту. Уксуснокислое брожение сахара используют для получения столового уксуса.

Качество вина определяют специалисты-дегустаторы, которые оценивают в баллах аромат, вкус, консистенцию, прозрачность и другие показатели. По распространенной 10-балльной шкале наивысшую оценку получают вина, безупречные во всех отношениях, тогда как баллом 6 оцениваются вина посредственные, но допустимые к употреблению. Таким образом, огромное разнообразие вин «втискивается» в пределах 4-балльного отрезка шкалы. Существуют и значительно более информативные методики. Например, по 100-балльной шкале дегустатор отдельно оценивает прозрачность, цвет, вкус, букет и другие показатели вина. Но в любом случае оценка эксперта во многом субъективна: разные люди по-разному чувствуют один и тот же запах или вкус. Известны опыты, когда добровольцы давали более высокую оценку вину, о котором им сказали, что оно дороже другого.





ЧТО МЫ ПЬЕМ

В 2010 году из Балтийского моря с глубины 50 метров добыли 168 бутылок шампанского старше 170 лет. Несколько бутылок все эти годы пролежали горизонтально, при температуре 2—4°C, в темноте, при низкой солености (менее 10 г/кг NaCl), то есть практически в идеальных для хранения условиях. Надо ли объяснять, как французские и немецкие ученые кинулись его изучать? И изучили, и много интересного узнали — например, что в это шампанское добавляли виноградный сироп, чтобы сделать его слаще. Вино неплохо сохранилось, уксусной кислоты в нем не было, вкус и запах оказались не идеальными, но вполне приемлемыми.

«Химия и жизнь», 2015, № 7

Что мы писали о вине

Международный коллектив проекта «VineRobot» под руководством инженеров из Политехнического института Валенсии решил создать электронного помощника виноградаря. Он будет ездить между лозами и бесконтактно определять спелость ягод. За первый год работы удалось придумать некоторые датчики и собрать мобильную платформу, способную самостоятельно перемещаться по узким рядам, расположенным на склонах, преодолевая заросли сорняков. На 2015 год был запланирован монтаж камер и датчиков.

«Химия и жизнь», 2015, № 2



Французские ученые и сотрудник нашего журнала исследовали выделение растворенного в шампанском и пиве газа в процессе налива. Работа выполнена с применением современных методик (французскими учеными) и путем визуального наблюдения поведения пива (нашим коллегой) и имеет практическую ценность — установлено, как именно надо наливать, чтобы газ сохранилось меньше или больше.

«Химия и жизнь», 2011, № 12

Ароматы вин — важнейший их признак — связаны с определенными химическими веществами и их смесями, и во многих случаях эти вещества уже установлены. Описание запаха — отдельная проблема, которую для Азии приходится решать не так, как для Европы. Многие европейские ароматические дескрипторы (термины, с помощью которых дегустаторы характеризуют вино) непонятны китайским потребителям. С другой стороны, увлечение вином в Азии началось достаточно давно, и азиатский мир стал создавать свой винный язык. В европейских учебниках для начинающих любителей вина написано: каберне совиньон — это черная смородина и зеленый перец, сира, или шираз — черный перец и другие специи. В Азии каберне совиньон описывают ароматами китайских фиников, слив и чайных листьев, сира — запахами соленой свинины, пасты из красной фасоли и чая с жасмином.

«Химия и жизнь», 2014, № 3



Как установили немецкие ученые, вкус вина связан с цветом освещения. Эксперимент они провели в дегустационном зале Аллендорфской винокурни. В помещении включался рассеянный свет того или иного оттенка, бокалы же поставили черные и непрозрачные, чтобы цвет вина не был виден. Оказалось, что наименее приятно пить вино (а подавали участникам опыта один и тот же рислинг) при зеленом и белом свете. С другой стороны, красный и синий свет делают напиток особенно вкусным.

«Химия и жизнь», 2010, № 1

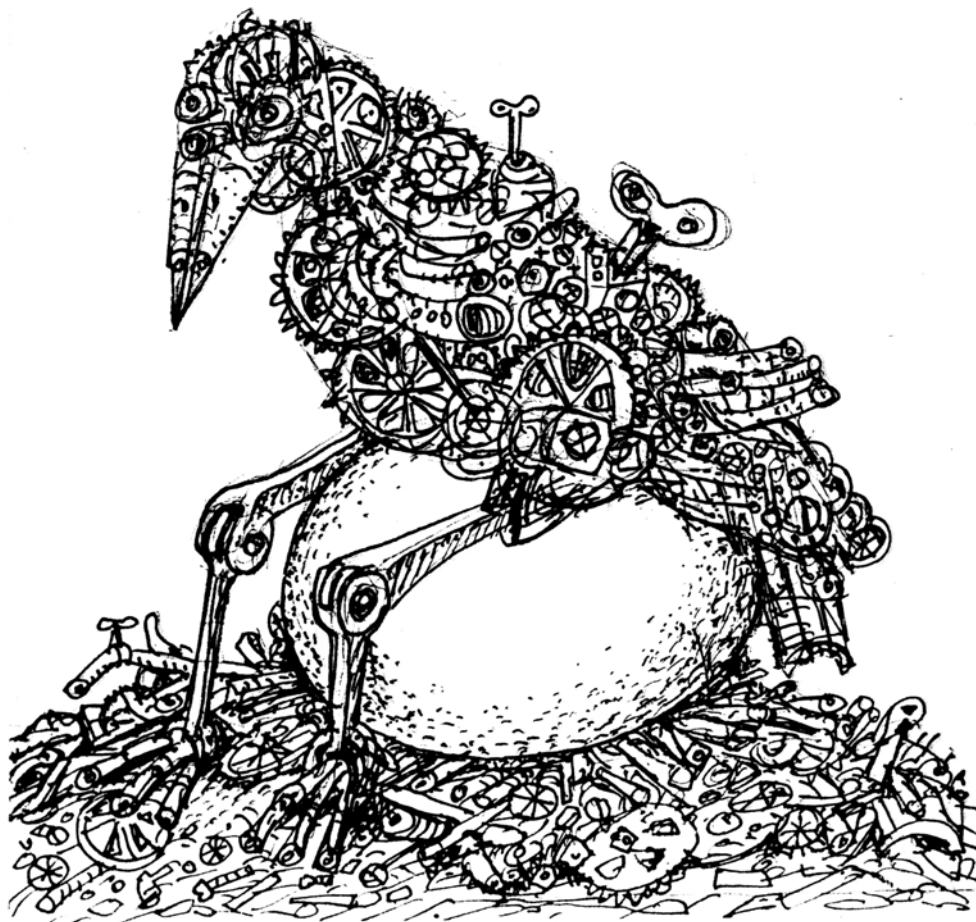


**Если вы
скачали этот
номер
журнала
Химия и
жизнь
с бесплатного
сайта,
то**

**оплатить труд журналистов, редакторов,
художников и корректоров вы можете
по адресу:**

**[http://www.hij.ru/buy_subscribe/
kiosk_onpayvznos.php](http://www.hij.ru/buy_subscribe/kiosk_onpayvznos.php)**

**Если вам
надоело
скачивать
случайные
номера
журнала
Химия и
жизнь
с бесплатного
сайта,
то**



**с любого номера вы можете подписаться
на бумажную или электронную версию
журнала по адресу**

http://www.hij.ru/buy_subscribe/

Особая кожа броненосца

На сей раз речь пойдет о необычном животном. В отличие от всех предыдущих героев рубрики, дома и в подсобных хозяйствах его не держат. В России и близлежащих странах существо это в принципе встретишь нечасто, разве что в зоопарке. Это девятипоясный броненосец — одно из немногих животных, помимо человека, болеющее проказой.



Боевой портрет

Броненосцы относятся к своему собственному отряду внутри надотряда, который носят название «ксенартры» («странно сочлененные» с греческого; такое название им дали из-за особенностей строения скелета, которые не встречаются у других млекопитающих). Их ближайшие родственники — муравьеды и ленивцы. Они обитают только в Новом Свете. По всей видимости, возникли броненосцы в Южной Америке около 60 миллионов лет назад, а в Северную попали только после образования Панамского перешейка — 2,8 миллиона лет назад.

Сейчас насчитывают примерно 20 видов броненосцев, и они населяют многие растительные сообщества обеих Америк, кроме тундры и тайги, причем отдают предпочтение местностям на возвышении не более 2 км над уровнем моря, поближе к водоемам. А в доисторические времена их разнообразие было гораздо больше. Если сейчас самый крупный броненосец — размером с овчарку, то еще 15 тысяч лет назад в обеих Америках можно было встретить гиганта-глиптодона массой под две тонны.

Даже нынешние, сравнительно мелкие броненосцы выглядят необычно. Их голова, спина и хвост покрыты броней из остеодерм — небольших пластинок окостеневшей дермы (одного из слоев кожи). Остеодермы образуют на броненосце панцирь. У некоторых он не сплошной, а имеет несколько полос менее твердой кожи. По числу таких полос броненосцам дают видовые названия: трехпоясный, шестипоясный, девятипоясный. Они могут сворачиваться в клубок подобно ежам, только снаружи оказываются не иголки, а панцирь. Правда, до некоторого возраста детенышей это не спасает от врагов: окостенение остеодерм происходит в течение нескольких недель после появления животного на свет.

Броненосцы плохо видят. Есть предположение, что у них практически нет колбочек, а значит, цвета они почти не различают. Зато обоняние у них хорошее,

именно оно позволяет им находить пищу. Ну а едят броненосцы более-менее все, что найдут. В их рацион входят и насекомые, и плоды растений, и даже мелкие позвоночные вроде ящериц. Про один вымерший вид известно, что он промышлял хищничеством. Однако нам бояться нечего: размерами он существенно превосходил своих современных родичей и весил, по некоторым оценкам, до 100 кг.

Одна из особенностей броненосца — очень низкая для теплокровного животного температура тела: всего 32—35°C, то есть на несколько градусов ниже, чем обычно у млекопитающих.

Интересно и размножение броненосцев. У многих представителей этого отряда число детенышей четное, и среди них постоянно появляются идентичные близнецы. Дело в том, что, не успев начать дробление, их оплодотворенная яйцеклетка делится и получаются два одинаковых зародыша. У девятипоясного броненосца *Dasypus novemcinctus*, одного из самых хорошо изученных представителей отряда, чаще всего образуется две пары близнецов. Эту его особенность используют в медико-генетических исследованиях: близнецам-броненосцам пересаживали лоскуты кожи друг друга, определяя вероятность отторжения чужих тканей («Annals of the New York Academy of Sciences», 1962; 99, 5, 399—414, doi: 10.1111/j.1749-6632.1962.tb45323.x). Также на примере этих животных смотрят, как разница в условиях обитания влияет на физиологию генетически идентичных организмов. Кстати, далее мы будем говорить только об этом виде броненосцев, поэтому для краткости слово «девятипоясный» почти везде опустим.

жух тканей («Annals of the New York Academy of Sciences», 1962; 99, 5, 399—414, doi: 10.1111/j.1749-6632.1962.tb45323.x). Также на примере этих животных смотрят, как разница в условиях обитания влияет на физиологию генетически идентичных организмов. Кстати, далее мы будем говорить только об этом виде броненосцев, поэтому для краткости слово «девятипоясный» почти везде опустим.

Прокаженные

Казалось бы, зачем такие странные животные медицине? Оказывается, они здорово помогают при изучении одной из самых загадочных и неприятных болезней — проказы (лепры). До недавнего времени девятипоясные броненосцы, а также их кузены *Dasypus sabanicola* считались единственными млекопитающими помимо приматов, восприимчивыми к этому заболеванию. В последние годы выяснилось, что проказа поражает и белок («Science», 2016; 354, 6313, 744—747, doi: 10.1126/science.aah3783), но этот вопрос не успели так тщательно исследовать, как в случае девятипоясного броненосца.

Проказа — бактериальное заболевание, вызываемое в большинстве случаев



flickr.com / Alex Popovkin

микроорганизмом *Mycobacterium leprae* (одна из разновидностей проказы — бактерией *M. lepromatosis*). Она поражает кожу и слизистые, делая их плотными и снижая их чувствительность за счет разрушения периферических нервов. Сейчас проказу можно лечить антибиотиками, но вплоть до середины XX века это заболевание считалось неизлечимым. На поздних стадиях, когда изменения строения кожи становятся хорошо заметными, выглядит больной отталкивающе. К тому же проказа проявляет себя далеко не сразу: инкубационный период может тянуться годами. Поэтому люди на всякий случай старались держаться от инфицированных подальше, а чаще просто выгоняли их за пределы поселений. Да и нельзя сказать, что сейчас отношение к прокаженным всегда милосердное.

Несмотря на распространенность проказы среди людей в прошлом, изучать ее до недавнего момента было сложно, даже после обнаружения возбудителя. *M. leprae* не выживали вне тканей человека нигде, кроме подушечек лап лабораторных мышей. Но и там они чувствовали себя не очень хорошо. Однако ситуация изменилась, когда выяснилось, что широко распространенные в южных штатах США броненосцы весьма восприимчивы к этой бактерии. С конца 1960-х годов этих животных используют при изучении предрасположенности к проказе, а также для выявления особенностей различных штаммов (разновидностей) *M. leprae*. Скорее всего, важную роль в восприимчивости броненосцев к проказе играет низкая температура тела. Она оптимальна для развития возбудителя.

Доподлинно неизвестно, когда и как дикие броненосцы впервые заразились проказой. Предположение, что они были инфицированы своими сбежавшими из лаборатории сородичами, не выдержало проверки. Дело в том, что экспериментальное изучение проказы на броненосцах началось в 1968 году, уже после того, как зараженные животные были найдены в природе. К тому же никаких случаев побега броненосцев из лабораторий не регистрировали.

Скелет девятипоясного броненосца



Можно ли заразиться лепрой от броненосца?

Вопрос, как чисто человеческая болезнь поразила столь своеобразных зверей, беспокоит скорее ученых. Далекие от биологии люди, особенно если они живут на одной территории с броненосцами, чаще интересуются, есть ли вероятность заражения проказой от животных. Точного ответа на этот вопрос пока нет — слишком уж редко в наше время встречается это заболевание.

Как показали в 2011 году американские ученые («The New England Journal of Medicine», 2011; 364, 1626—1633, doi: 10.1056/NEJMoa1010536), обитающие на территории США броненосцы поражены тем же штаммом *M. leprae*, что и местные жители, больные проказой. В 2015-м — и того хуже: в тот год девяти жителям Флориды поставили диагноз «проказа», и все они рассказали врачам, что контактировали с броненосцами.

На первый взгляд, отсюда следует, что болезнь способна передаваться от животных к нам. Но если подумать как следует, в голову приходят совсем другие выводы. Во-первых, в США проказой болеет не более 250 человек в год — на таком количестве пациентов особо точную статистику не построишь. Во-вторых, учитывая долю инфицированных животных (20%) и частоту встреч местных жителей с ними (почти каждый сталкивался с броненосцем, и не раз), надо ожидать, что число случаев проказы среди людей в подобных местностях будет существенно выше 250. Наконец, те девять человек, что посчитали броненосцев виновниками своего недуга, не дали точного описания контактов с животными. Никто не сказал, что он ловил или ел броненосца, а просто увидел его вряд ли достаточно для передачи инфекции. Наконец, инкубационный период в случае *M. leprae* может достигать 20 лет. Поэтому сделать однозначный вывод о том, что броненосцы заразили этих конкретных американцев проказой, не представляется возможным.



ЖЕРТВЫ НАУКИ

Зато напрашивается другой вывод, для сознательных граждан неутешительный. Родство *Mycobacterium leprae* у инфицированных броненосцев и жителей США весьма велико. Животные поражены не каким-нибудь штаммом этого микроорганизма и не несколькими разными, а именно тем, который завезли в Новый Свет последователи Колумба. Да и вообще, по современным данным, проказа — заболевание старосветского происхождения и до контакта с европейцами подцепить его броненосцам было просто не от кого.

Как это могло произойти? Ну не чихали ведь покорители Америки на встреченных диковинных животных! Опять же, точно сказать невозможно, однако, вероятно, дело было в самообороне. Вообще, броненосцы — животные мирные, но в случае чего способны постоять за себя. У них мощные лапы с крепкими когтями (надо же чем-то раскапывать термитники и муравейники!), которые запросто могут повредить кожу человека. Вероятно, прибывшие на континент европейцы пробовали ловить броненосцев, а те, защищаясь, ранили их и таким образом контактировали с возбудителями проказы. Как мы помним, *M. leprae* предпочитает низкие температуры, а у зверей наиболее прохладные участки тела — это обычно как раз пальцы. Соответственно, попадая при драке с людьми на лапы броненосцев, эти микроорганизмы имели неплохой шанс выжить.

Кстати говоря, само предположение, что от броненосца можно заразиться проказой, тоже свидетельствует в пользу того, что изначально эту болезнь животным подарили мы. Ведь нет ничего удивительного в том, что бывшая «человеческая» бактерия способна повторно инфицировать *Homo sapiens*.

Примеры отрицательного воздействия человека на живую природу всегда печалят. Скорее всего, это мы заразили броненосцев проказой, и теперь они страдают из-за нас. Однако мы можем вернуть им долг, изучив механизмы заболевания и разработав способы его профилактики (благо методы лечения уже есть). А броненосцы помогут нам в этом, раскрыв ученым часть своих тайн.

С. Ястребова

Победы и поражения большого пестрого дятла

Кандидат биологических наук
В.С.Фридман

Зимой большие пестрые дятлы образуют плотные поселения, активно конкурируя за участки в их центре, — хотя, казалось бы, шишек с питательными семенами достаточно и за пределами поселения, лес там ничем не хуже. А если и немного хуже, разницу должна окупить экономия ресурсов, которые не придется тратить на выяснение отношений с агрессивными соседями. И все-таки дятлы теснятся. Почему?



flickr.com / Giuseppe Calsamiglia

Трудный путь от агрессии до любви

В августе-сентябре большие пестрые дятлы *Dendrocopos major* занимают одиночные территории в плотных поселениях (сеть их формируется в одних и тех же местах обильно плодоносящих сосняков и ельников) и активно охраняют их до марта-апреля. Однако с началом весеннего возбуждения (январь-февраль, реже в предновогодние оттепели декабря) ситуация меняется. Владельцы и владелицы территорий продолжают их охранять, но в то же время сближаются с разными соседями противоположного пола — начинают ухаживательные демонстрации, «тестируя» качества потенциальных партнеров. Демонстрации у обоих полов абсолютно симметричны: у самок — выше частота криков «ре-ре-ре-ри», у самцов больше барабанной активности. (В отличие от обычного долбления при поиске корма, барабанные дробы происходят от звуков при выдалбливании дупла и обладают строго видоспецифическим рисунком. Между кормовым долблением и барабанными дробями есть некая переходная форма — демонстративное долбление, обычно как элемент брачного ритуала. Оно заметно более частое, громкое и ритмическое, чем кормовое, но с непостоянным рисунком.)

Первые попытки не слишком успешны: переход от одиночной жизни, когда необходимо гнать всех, кто вторгся на твою территорию или показал такое намерение, к парной, когда следует делать исключение для партнера, бывает непросто. Дятлы весьма агрессивны, особенно самки; они воспринимают соседей как потенциальных захватчиков и могут атаковать прежде, чем эффекты ухаживания переселят агрессию. Поначалу 40—60% попыток с любым соседом заканчиваются агрессией или одна из двух птиц улетает. Затем во взаимодействиях с одним из соседей агрессия прекращается раньше

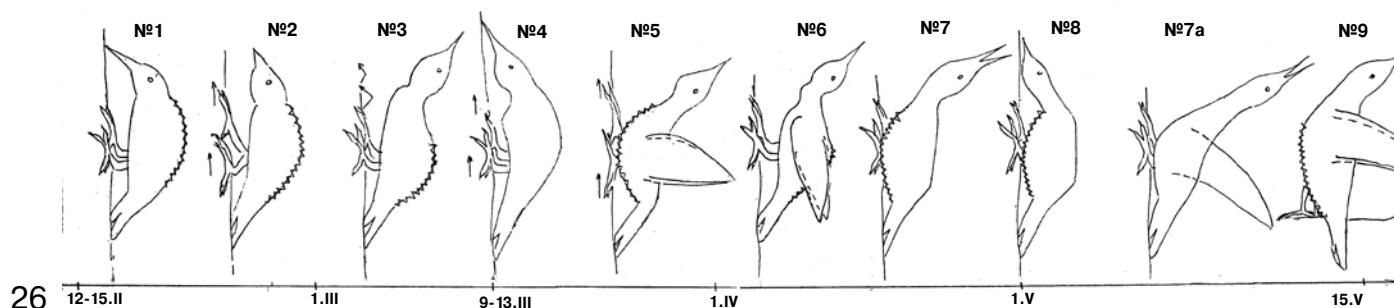
всего, а сближение развивается особенно успешно: быстрее сокращается дистанция, токования повторяются чаще, длятся дольше, а срываются агрессией или уходом реже. В этой же паре партнеры быстрее переходят ко все более эффективным брачным демонстрациям: чем правее расположена схема телодвижений на рисунке внизу, тем позднее она появляется, тем выше сексуальная мотивация птицы и тем сильнее эта демонстрация способствует сближению. Самые эффективные брачные демонстрации появляются в начале — середине апреля, тогда же соседние одиночные территории постепенно превращаются в парные, используемые обеими птицами.

Когда сближение достигнуто, пара активно подыскивает место для гнезда внутри объединенной территории, на бывшем участке самца. Дятлы закладывают серию инициальных дупел, своего рода заготовок гнездовых, и токуют у них. Позднее одно из дупел достраивается до гнездового.

Сближение может протекать с разной скоростью, есть среди пар «передовые», которые раньше стартуют и быстрее проходят все этапы, есть и «отстающие». Между тем у разных видов птиц (практически у всех, которых исследовали специально) более раннее образование пар означает более раннее начало копуляций, а значит, и яйцекладки. Следовательно, успешные ухаживания и самый быстрый приход к взаимопониманию важны для репродуктивного успеха.

Увы, различия в темпах образования пар мы изучили от начала до конца процесса только в разреженных поселениях — менее 10 особей/км². Дело в том, что в разреженных по-

Брачные демонстрации дятлов, идентичные у самцов и самок. По абсциссе — число и месяц; чем больше времени проходит от начала весеннего возбуждения, тем чаще встречаются более эффективные демонстрации (с большим номером). Зигзагообразная линия обозначает встопоренные перья



селениях дятлы часто гнездятся в пределах осенне-зимних территорий или поблизости (до 1—1,5 км), а в плотных — исчезают на гнездовое время из данной местности, что заставляет судить об их размножении по косвенным данным.

Итак, после образования пары участки самца и самки объединяются, самец охраняет и рекламирует это пространство. У самок следующие 7—10 дней из форм социальной активности остаются только ухаживание и «натравливание» своих самцов на соседних. (Натравливание — специфическая форма поведения, описанная для речных уток, в частности у Конрада Лоренца в книге «Об агрессии», а нами — у большинства видов пестрых дятлов. У большого пестрого дятла во время репродуктивного сезона самка доминирует над самцом, например может согнать его с места кормления и начать кормиться сама. При натравливании доминирующая самка «указывает» партнеру врага — соседа или чужака, перенаправляя вон его возможную агрессию против себя и тем самым усиливая охрану объединенного участка пары. Чем активнее «натравленный» атакует соседей, тем успешней, вернувшись, токует с самкой, сближение с которой непросто.) В это время основные силы самца чем дальше, тем больше уходят на гнездостроение, у самок же — на питание, нужное для образования кладки: 5—10 яиц у старых и 4—8 у молодых птиц.

Здесь сразу же уточним термины, имеющие отношение к территориальному поведению, которые будут встречаться дальше. Маркировка участка — сообщение другим представителям вида: «Я здесь!»; у птиц это, как правило, звуковые или визуальные сигналы. Патрулирование — как нетрудно догадаться, облет периметра участка и обзор окрестностей, часто трепещущим, демонстративным полетом.

Иными словами, одиночная территориальность больших пестрых дятлов существует с августа до начала — середины апреля. Чуть позже, к концу апреля, они переходят с семян хвойных на насекомых, пьют березовый сок и т. д., в мае-июне шишки долбят лишь изредка. Теперь им не нужны хвойные деревья для кормления, но необходимо дерево для гнездования, причем не хвойное, а мелколиственное. Если паре не удастся найти нужное дерево на объединенном участке (часто это бывает именно в лучших зимовочных местообитаниях), птицы покидают его и улетают в поисках подходящих гнездовых биотопов, иногда довольно далеко, хотя в деталях эти перемещения не изучены. Так или иначе, социальная жизнь, кипевшая в этих местах осенью и зимой, прекращается. Подавляющее большинство поселений пустеет в конце апреля — начале мая, их обитатели гнездятся в иных местах и в иных биотопах.

Это значит, что каждый следующий «запуск» внегнездовой территориальности в конце лета независим от предыдущих. Персонализированные отношения, могущие сложиться между владельцами участков, каждую весну «обнуляются». В августе-сентябре они строятся заново, даже когда до трети занявших осенне-зимние территории взрослых — те же, что в прошлые годы (включая тех, что год назад были сеголетками). Статистический анализ показывает, что расположение территории, занятой самцом или самкой после гнездования, никак не зависит от того, какую территорию он или она занимал в прошлом сезоне.

Перезапуск отношений

Вот почему большой пестрый дятел — отличный модельный объект для изучения самых общих механизмов коммуникации, которые выявляют разнокачественность особей (кто более, кто менее успешен в охране территории, чем отличается социальное поведение первых и вторых) и развивают ее в течение осени и зимы — до следующего обрыва весной. Механизмы, которые за время существования сообщества «делают» из однотипных отношений дифференцированные, из однородных особей разнокачественных, пока что малоизучены и в то же время крайне интересны.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Эти механизмы противопоставлены персонализированным отношениям между особями. Когда птицы живут по соседству, отношения между ними складываются постепенно, вырабатывается привычка к регулярным контактам на известных границах с известным соседом. При этом специальные механизмы дифференциации как бы и не нужны.

Но именно у больших пестрых дятлов такое невозможно. Занимая осенне-зимние участки в августе, иногда в конце июля, первые 3—5 недель они соседствуют с незнакомцами. Среди птиц разного пола и возраста (сеголетки с их красной шапочкой отличающей их от старших), изначально «равноправных», социальная стратификация начинается заново.

Как уже сказано, птицы оставляют участки на время гнездования только в плотных поселениях, там, где более 15 особей/км². При меньшей плотности многие птицы гнездятся на осенне-зимних участках или поблизости благодаря вкраплениям мелколиственных пород в хвойные древостои. Но и в этом случае социальные связи с соседями с началом гнездостроения полностью прерываются, птицы лишь реагируют агрессией на появление других дятлов.

В плотных же поселениях разнокачественность особей возникает *de novo* каждую осень. Мы исследовали, как именно это происходит, в трех поселениях за 38 сезонов с августа по декабрь. Они находились в национальном парке «Лосиный остров» (Мытищинский лесопарк в 1984—1986, 1988—1990, 1996—2010 годы, кварталы 54, 55, 46) и в заказнике на агробиостанции Московского педагогического государственного университета «Павловская слобода» в 1991—1995 годах. До 1995 года я наблюдал вместе с сокурсниками по биохимическому факультету МПГУ, А.И. Мельниковым и Б.Л. Матвеевко; потом, увы, они ушли из науки.

Зачем всю зиму охранять территории?

Занимая одиночные территории в августе-сентябре, дятлы сперва стремятся именно в плотные поселения, хотя там конкуренция и доля неудачников максимальны. При плотности менее 15 особей/км² просто не бывает птиц, не сумевших занять территорию (другое дело, что в следующие месяц-два или зимой территория неудачника может сократиться или он вообще ее утратит, если не сумеет защитить от соседских вторжений). В плотных же поселениях жесткая территориальность поддерживается всю осень и зиму. Вторгаясь на чужие участки и обороняя собственные от соседей, владельцы пробуют переделить в свою пользу общее пространство. Они также живут под давлением активных вселенцев, пробующие закрепиться в наименее охраняемых областях на краю группировки или на стыках территорий, а затем расширить свой участок до обычных размеров.

Неуспешная охрана территории — частота побед в стычках ниже некоего минимума и сокращение ее площади ниже предельных 2000—2400 м² — ведет к ее потере. Неудачниками становятся 60—95% птиц, привлеченных в плотные поселения в конце лета, и 15—45% занявших участки и удерживавших их больше трех-пяти дней, выстроивших там ночевочное дупло.

При прочих равных (общая численность вида, урожай семян в этом году и пр.), чем выше плотность поселения, тем больше неудачников, «немедленных» и «отложенных».

Неудачники обычно перемещаются в ближайшие поселения (примерно треть) или более отдаленные (две трети), с меньшей плотностью и межгодовой устойчивостью населения. Самое интересное, что резиденты предпочитают расширять свое пространство всегда к центру поселения, не равномерно во все стороны и не к периферии, хотя это наименее эффективная тактика — сопротивление выше, вероятность успеха ниже. Так же, как и вселенцы, лишь претендующие на участок, они то вторгаются к соседям, маркируют и патрулируют новые границы, двигаясь вдоль них с криком «кик», то охраняют ядро собственной территории от захватов. В сентябре и марте для маркировки также используется барабанная дробь, после объединения участков партнеров в апреле это происходит чаще.

Чем больше доля выигранных конфликтов у владельца участка в предшествующие 3–5 дней сравнительно с соседями, тем чаще он демонстрирует «амбиции» — сам вторгается к ним. При этом он выбирает моменты, когда тем сопротивляться всего труднее: они сами проиграли конфликт с третьей особью. Или когда неудобней — например, сосед долбит шишку и вынужден бросить ее, чтобы прогнать агрессора. (После этого инстинкт «не пускает» дятла вернуться к прежней шишке, заставляя лететь за новой и выбрасывать старую, хотя в ней осталось еще много семян.)

Дятлы непрерывно отслеживают перемещения и взаимодействия соседей, чему помогает рекламирование территории криком «кик»: временной профиль «киканий» меняется в зависимости от того, победил дятел в недавнем конфликте или проиграл и насколько убедительной была победа. Неудачники в основном защищаются от попыток захватов. По тем же правилам происходят и непрямые конфликты, когда захватчик так и не решается вторгнуться и хозяин с агрессором обмениваются ритуализированными угрозами.

Доля затрат времени на слежение за соседями увеличивается с ростом плотности поселения по экспоненте, как и на рекламирование «киканьем». Подозрительными, показывающими вероятный переход к захвату, считаются такие формы поведения, как патрулирование границ, в том числе так называемый трепещущий полет, — или наоборот, скрытное проникновение в глубь чужого участка.

Естественным образом в центре поселения (функциональном, необязательно геометрическом) уже через месяц-другой, к концу сентября — началу ноября, оказываются особи, наиболее успешно охраняющие пространство, — прочие не удерживаются. Так складывается неравноценность пространства группировки. Центральные участки максимально привлекательны для захватчиков, то есть выше по «качеству» с точки зрения всех резидентов, включая самых периферийных и неуспешных.

Пространство одиночной территории, которую дятел охраняет и защищает, намного превосходит используемое. Заметим, что пролетающие особи свободно кормятся на участках владельцев и перемещаются по ним, пока не пробуют задержаться. (О том, как они это делают, расскажем в следующей главе.)

Адаптивный смысл всех этих процессов до сих пор не изучен, и интересно выяснить, есть ли он вообще. Тем более и столь высокая плотность, и столь жесткая территориальность отсутствуют у близких форм — белокрылого *D. leucopterus*, сирийского *D. syriacus* и белоспинного дятлов *D. leucotos*.

Демонстрации вместо прямой агрессии

Владельцы защищают свои территории силой или демонстрациями угрозы. И опять-таки чем выше плотность популяции, тем выше и частота конфликтов, и частота ритуализированных демонстраций.

Как и у других видов птиц, у больших пестрых дятлов территориальные конфликты разрешаются именно коммуникацией с демонстрациями-посредниками. И наоборот: попытки их разрешения прямой агрессией безрезультатны у всех видов, специально исследованных в данном аспекте. Они ведут лишь к обмену клевками, выпадами и т. д., вплоть до полного изнеможения обоих или ранения, с бессмысленными затягиванием взаимодействия, неизменно безрезультатного.

Так птицы переводят времязатратную и опасную силовую борьбу в плоскость организованного обмена демонстрациями, то есть коммуникации, результаты которой определяют выигравшего и проигравшего не только для них двоих, но и поселения в целом.

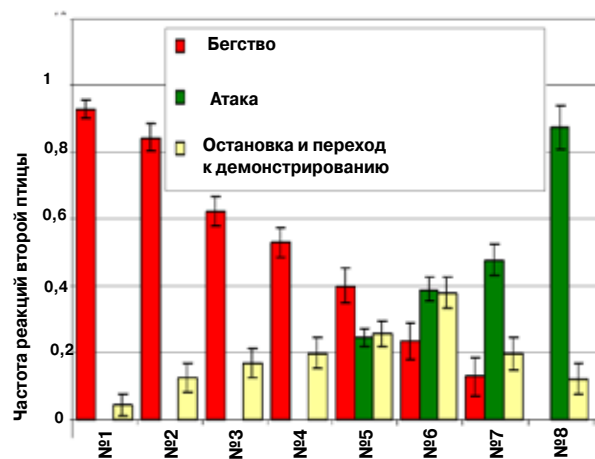
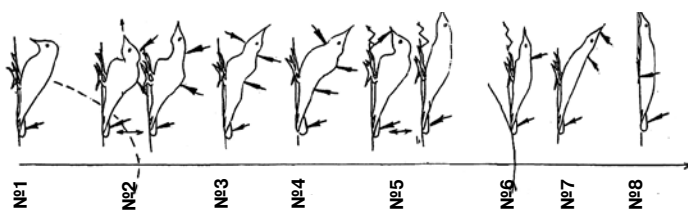
Вообще, второе отличие больших пестрых дятлов от близких видов, помимо высокой плотности и жесткой территориальности осенью и зимой, — исключительный полиморфизм социальной организации во внегнездовое время. Развитие территориальности у них пробегает все стадии от неохранных участков, когда птицы посещают участок соседа из любопытства и без всякой агрессии, через охрану пространства вокруг себя и кузницы, где долбят шишки, охрану сравнительно небольшого пространства в центре участка при неохранных периферии — к жесткой охране всего участка, с четкими линиями границ.

В плотных поселениях территориальность развита в полной мере: границы проходят с точностью до метра (или одной стороны ствола), угрозы и патрулирование границ запускаются даже в ответ на его патрулирование или длительную маркировку соседа вблизи них. Поэтому на чужой территории захватчик ведет себя крайне осторожно, чтобы, оставшись незамеченным, как можно ближе продвинуться к центру участка. Напротив, владелец, если он успешен в конфликтах, перехватывает нарушителей как можно ближе к границе. Если же неуспешен и/или недавно проиграл — отступает поближе к центру и уже там останавливает нарушителя. В обоих случаях после серии маятниковых перемещений по «радиусу» участка дятлы останавливаются и начинают организованный обмен демонстрациями, то есть собственно территориальный конфликт. Он может завершиться успешно — устойчивым разделением особей на выигравшего и проигравшего, с соответствующим переделом территорий, или остаться безрезультатным (в какой-то момент участники разлетаются, потеряв интерес друг к другу, или срываются в драку, долгую и опасную для обоих).

В поселениях средней плотности (10–15 особей/км²) периферию охраняют гораздо менее тщательно. Нарушителей перехватывают лишь в «ядре», на периферии их атакуют, лишь когда и если те начнут маркировку (то есть претензии на эту часть территории). Соседи могут там находиться одновременно, поочередно кормиться, используя одни и те же кузницы.

В разреженных поселениях охраняются лишь ближайшие окрестности кузниц, используемых птицей здесь и сейчас. Почти треть нарушений заканчивается ничем — сосед останавливается и начинает кормиться, будто забыв о территориальных претензиях. В этом случае его и не трогают, через какое-то время он спокойно улетает к себе.

Вернемся к плотным поселениям, где территориальные отношения всего сложнее, разнообразней и интересней. Вселенцы в первый день после прибытия держатся незаметно, следят за маркировкой и конфликтами владельцев — чтобы на следующий день без всяких проб и ошибок посягнуть на хуже всего охраняемое пространство у птиц, проигрывавших наблюдаемые ими конфликты, обычно на стыках участков. Это один из примеров подглядывания (англ. eavesdropping behaviour). Оно повсеместно встречается в коммуникации позвоночных от рыб до птиц и млекопитающих: все особи в группировке, когда непосредственно не участвуют во взаимодействиях, активно отслеживают течение чужих и по результатам корректируют свое поведение в будущих вза-



Территориальные демонстрации большого пестрого дятла, расставленные по радиусу участка, от центра к периферии и далее на чужой территории; каждая из них именно в этой области с наибольшей вероятностью появляется первой при конфликте. Пунктиром обозначено «ядро» территории, где находится основная кузница, сплошной линией — граница участка.

№ 1—4 — позы нападения, 5—6 — амбивалентные позы (угрозы), № 7—8 — позы подчинения. На диаграмме внизу показано, как закономерно изменяются реакции второй птицы, от максимальной вероятности бегства до максимальной вероятности атаки. Другие виды демонстраций (в первую очередь брачные, часто примешанные к территориальным) и недемонстративного поведения не дают такого четкого и предсказуемого ответа

имодействиях того же типа. Таким образом, демонстрации в территориальном конфликте информативны не только для противника, но и для «зрителей», в данном конфликте не участвующих, однако заинтересованных в его результатах, то есть членов сообщества или вселенцев. И победа достается лучше всего корректирующему поведение, но не более возбужденному и не сильней воздействию на оппонента теми же демонстрациями.

Благодаря подглядыванию возникает коммуникативная сеть, объединяющая членов сообщества (англ. communication network; предмет активных исследований этологов сегодня). Те, кто не являются соседями и не взаимодействуют (в отличие от ухаживаний, захват территорий почти не случается через участок третьей особи) напрямую, все же влияют на поведение друг друга. Подобное «дальнодействие» фиксируется лишь при плотности более 15 особей/км² и развито пропорционально ей. Напротив, в разреженных поселениях взаимодействия исключительно парные, и они не влияют на поведение третьих птиц.

Восемь демонстраций

Успешными можно назвать взаимодействия, где участники, исходно равные между собой, дифференцировали тактики территориальной активности и социальные статусы. Назовем это (+)-исходом, в противоположность (-), когда птицы теряют интерес друг к другу, или (0), когда ритуализованные демонстрации исчезают и они начинают друг друга клевать и бить. И (-) и (0)-исходы неудачны в том смысле, что не ведут к дифференциации. В эксперименте оба эти исхода воспроизводятся подставлением чучела (или зеркала — к территориальным парам в колонии), неспособного дать адекватный ответ на демонстрации.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Сам территориальный конфликт больших пестрых дятлов организуется с наращиванием ставки ритуализованной агрессии. Участники как бы соревнуются, меняя демонстрации № 1—8 от менее к более эффективным. Смена сопровождается «тычком» — выплеском прямых действий агрессии (клевков, выпадов, прыжков в сторону оппонента) или, наоборот, элементами бегства (отступлениями, отскоками, отворотами головы).

Каждый из участников пытается опередить оппонента в сменах, удержать постоянную скорость последних и стереотипность демонстрирования. При этом он мешает противнику решить ту же задачу, награждая его «тычком» при каждой смене демонстраций. Взаимные перемещения птиц, переплетения веток и прочие общие трудности мешают обоим.

В какой-то момент один дятел распластывается, прекращая прямые действия в адрес противника — и клевки, и отскоки. Второй же немедленно прекращает «тычки», но еще некоторое время, 1—10 минут, удерживает саму демонстрацию. Или, реже, клевки, выпады и отскоки ритуализируются: дятел останавливает клюв при ударе, отдергивает или отворачивает голову, не пробуя реально поранить противника.

Это конец взаимодействия, возобновления конфликта после него не наблюдали ни разу. Он наступает существенно позднее того, как один дятел стал устойчиво опережать в сменах демонстраций другого.

Итак, (+)-исходы взаимодействия

- превращают дифференциацию, ранее бывшую ситуативной и изменяемой, в постоянные характеристики: выигравший и проигравший с большей вероятностью окажутся ведущим и ведомым в следующих взаимодействиях того же типа, даже не друг с другом, а с третьими особями;

- закрепляют ее надолго, как минимум до следующего взаимодействия, в ходе которого она может быть «пересмотрена»;

- делают ее явной и «общепризнанной» для всех особей, объединенных коммуникативной сетью, — как уже резидентных, так и активных вселенцев, еще только пробующих занять территорию.

На этой особенности (+)-исходов и основана эффективность подглядывания, которое связывает компаньонов в общепольную сеть. Напротив, учащение сбоев по ходу взаимодействия ведет к (0)- или (-)-исходу: затратив время и силы, рискуя стать жертвой хищника и/или получить травму, дятлы так и не дифференцировались на выигравшего и проигравшего. Даже когда силовое преимущество одного из них значительно и заметно с самого начала, при (-)-исходе эта асимметрия «необщепризнанна» и поэтому неустойчива в первую очередь для самих участников. Вроде бы проигравший, вытесненный прочь, возвращается снова и снова, с чем вроде бы победитель ничего поделать не может.

То же происходит у родительских пар с потомством: недели через две после вылета дятлы-родители начинают гнать слетков со своей территории. Однако выгнать их не удается, пока в репертуаре молодых не появляются демонстрации территориальной агрессии (это происходит в возрасте около 20 дней). Победенные в каждой отдельной стычке, молодые

неизменно возвращаются и выпрашивают у родителей корм. Но как только повзрослевший молодняк вступает в обмен демонстрациями «по правилам», он практически без прямой агрессии проигрывает конфликт и исчезает с гнездовой территории навсегда.

Еще раз подчеркнем, что дифференциация достигается специфическими средствами — она причинно связана с организованным обменом демонстрациями, но не с прямыми действиями. Учащение сбоев и особенно срыв состязательного демонстрирования в прямое действие — драку, силовое спаривание — делают дифференциацию недостижимой.

Победители и побеждаемые

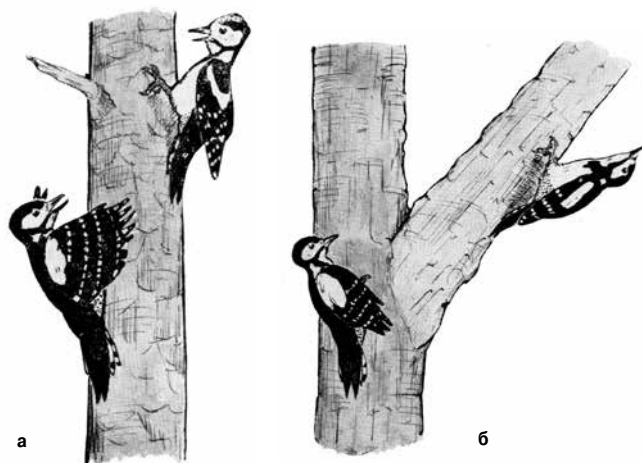
В первые несколько дней существования группировки прибывшие туда птицы (3—5, реже до 8—9) более-менее свободно перемещаются в общем пространстве. Они еще не отслеживают активность друг друга направленно, хотя возбуждаются при чужой маркировке и взаимодействуют, лишь столкнувшись друг с другом.

Затем столкновения учащаются, пространство разгораживают на участки вокруг индивидуальных центров — сперва кузниц, потом и ночевочных дупел. (Птицы их выдалбливают через 2—3 дня после прибытия, могут занимать скворечники.) Конфликты завязываются уже не при встречах, но вокруг этих неподвижных (хотя и сменяемых) центров. В подобных вторжениях на равных участвуют владельцы соседних «зародышей» участков и вселенцы, прибывшие только вчера и пользующиеся неустановленностью границ. Уже в следующие 2—5 дней часть дятлов теряет территории, не сумев раздвинуть охраняемое пространство до необходимого минимума в 2000—2400 м² (при невысокой урожайности хвойных семян до 2500—3000 м²), и перемещаются в ближайшие более разреженные поселения, где и обитают всю зиму. Аналогичные потери участков наблюдаются и в следующие месяцы.

Таким образом, плотные осенне-зимние поселения — своего рода распределительные узлы. Будучи наиболее привлекательными для всех птиц и самыми устойчивыми из года в год, они каждую осень собирают больших пестрых дятлов данной местности, чтобы рассортировать их между поселениями разной плотности (то есть разного качества) по успешности охраны территории в обстановке наиболее жесткой конкуренции.

Победы и поражения в этих конфликтах за 3—5 дней завершают «разгораживание»: вселенцы, кроме немедленных неудачников, делают резидентами, привязанными к своим участкам. Интересно, что в разреженных поселениях ночевочное дупло вынесено достаточно далеко за обширный индивидуальный участок — в среднем чем ниже плотность и больше участки, тем дальше. При этом ночевочные дупла разных особей, день проводящих далеко друг от друга (до 1—1,5 км между кузницами, в трети — половине случаев сильно сближены, иногда находятся на соседних деревьях: формируются своего рода «клубы»). В этом районе за час-полтора до захода в дупло или в первые полчаса-час после выхода утром дятлы много активнее, чем на участках. Они кричат и взаимодействуют друг с другом, видимо компенсируя дефицит социальной стимуляции. О том, насколько функциональны «клубы» и как они влияют на территориальное и брачное поведение, разветвляющееся на самих участках, известно очень мало.

При плотности более 15 особей/км² подобные «клубы» не отмечены, ночевочные дупла всегда расположены в пределах участков. Все светлое время суток резиденты охраняют пространство, одновременно используя каждый проигрыш соседей, чтобы его расширить за их счет, поэтому дупла максимально приближены к дневной «базе операций». В отсутствие подходящих деревьев здесь, и только здесь дятлы часто ночуют в развешиваемых людьми дуплянках (в которых практически не гнездятся).



Blume D. Die Buntspechte
NBB, Wittenberg-Lutherstadt, 1968

Угроза взрослого самца сеголетку (а) и самке в территориальном конфликте осенью (б). Бросается в глаза раскрытие крыльев — его и считали позой угрозы, специфической именно для данной ситуации. Однако выяснилось, что это попросту признак общего возбуждения из-за упорства нарушителя. Действительная демонстрация угрозы — выдвигание шестой пары рулевых перьев до упора (птицы не опираются на них, поэтому их белый цвет и рисунок видны только в эти моменты), одиночное или сопряженное с иными телодвижениями, показанными на предыдущем рисунке

Размер одиночных территорий, возникших при «разгораживании», прямо пропорционален успешности владельцев — доле побед в конфликтах, случающихся за 2—3 дня закрепления и 3—5 «разгораживаний». Исходно амбиции каждой особи простираются на всю площадь, однако другие особи чем дальше, тем больше ограничивают их.

В дальнейшем дятлы (самцы, самки и молодые равным образом) используют двойственную стратегию: во-первых, регулярно вторгаясь к соседям, инициируют конфликты, выиграв которые, присоединяют часть их периферии, во-вторых, охраняют собственное пространство от подобных вторжений.

Хронометрируя последовательные конфликты особей в августе—сентябре, мы ежегодно фиксируем одну и ту же картину. В первую неделю у новой особи крайне мало (+)-исходов взаимодействий, преобладают (0)- и (-)-исходы стычек. Доля (+) исходов примерно одна и та же у всех дятлов, и будущих победителей, и будущих проигрывающих — от четверти до трети. Дальше доля (+)-исходов среди конфликтов последнего дня и/или недели растет быстро и почти одновременно у всех членов группировки, то есть у трех кластеров — птиц, выигрывающих большую часть конфликтов, в основном проигрывающих и «серединка на половинку».

В следующие две-три (при устойчиво плохой погоде — четыре, пять, иными словами, уже в октябре) три эти группы все больше отличаются друг от друга, до середины сентября — преимущественно по поведению, далее также по структуре территории (у победителей отмечается прирост, у неудачников сокращение).

Первые в основном отслеживают перемещения и конфликты менее успешных соседей и стараются вторгнуться к ним в неудобный момент — после проигрыша или когда они долбят шишку. Чем дальше, тем сильнее они специализируются в роли «контролирующего захватчика». У проигрывающих, напротив, нет или почти нет времени для контроля соседей и тем более для вторжений: они заняты охраной собственного пространства и специализируются на стратегии «терпеть и отмахиваться». Как у других позвоночных, от серых крыс до больших синиц и зарянок, победы и поражения действуют по принципу «имущему воздастся, у неимущего отнимется» — победы увеличивают вероятность побед в будущих конфликтах, поражения — поражения — большинство особей промежуточного кластера к концу октября присоединяется либо к победителям, либо к проигрывающим.

Выводы

Итак, в осенне-зимних местообитаниях большого пестрого дятла затраты времени и энергии на все формы территориальной активности, а также риски травмирования растут по экспоненте с увеличением плотности поселения. В конце лета птицы неизменно стремятся в наиболее плотные группировки, хотя там намного сложнее занять и охранять участок, а потратить после всех трудов легче. Согласно социобиологическим теориям «оптимальной фуражировки», «экономики территориального поведения» ничего подобного они делать не должны. Так в чем же адаптивный смысл всех этих затрат на попытки захвата либо охрану, слежение за соседями и вселенцами? Ведь на все это дятлы тратят не только энергию, но и время короткого зимнего дня, когда птицам важно есть не переставая. И чем плотнее поселение, тем выше эти опасные расходы.

Птицы в разреженных поселениях живут много спокойней (или экономичней), без затрат и рисков, они успешно перезимовывают и образуют пары. Тем не менее почти все дятлы сперва пробуют занять территорию в группировках с высокой плотностью.

Затраты нигде и никогда не компенсируются большей урожайностью семян хвойных в местах, где образуются плотные поселения. Такие поселения достаточно постоянны из года в год, а урожай семян у сосны и ели сильно меняются от года к году. В годы обилия шишек корма много везде, и за пределами плотных поселений тоже — но птицы стремятся в них, не пытаясь селиться вокруг. В годы неурожая плотные поселения просто не образуются.

Птицы не отказываются от территориальной активности даже в те несколько недель, когда в Подмосковье приходят самые сильные морозы (-20° — -30° C). В последние 25 лет из-за потепления климата это бывает нечасто, но раз в два-три года, от одного до трех раз за зиму устойчиво держится очень холодный воздух из-за сильного антициклона. Мы специально исследовали, будут ли большие пестрые дятлы (и другие виды, живущие на наших площадках, — малые, белоспинные дятлы) в это время «экономить» на социальных взаимодействиях в пользу питания. Расчеты показывают, что такая экономия была бы значима, и в разреженных поселениях при сильном морозе она наблюдается. Но не в плотных, где птицы лишь сокращают дальние перелеты по территории, почти переставая пользоваться отдаленными кузницами.

Здравый смысл подсказывает, что осенне-зимние территории так жестко охраняются для монополизации главного кормового ресурса — семян хвойных, чтоб «другим не достались». Однако не зря говорил американский журналист и сатирик Генри Луис Менкен: «Для каждой... проблемы есть минимум одно логичное, красивое и простое решение; и решение это всегда неправильное». Во всех плотных поселениях на территориях птиц, сохранивших их до начала-середины апреля (времени перехода на питание насекомыми), остается множество полноценных шишек, хорошо видимых и соседям, и наблюдателю, то есть охраняемое пространство содержит избыток корма. Причем заведомый: если урожая не хватит до весны, плотные поселения не формируются даже там, где до этого они были несколько лет. Семян всегда достаточно, в том числе для проходящих особей, которым хозяева позволяют кормиться на своих участках, если они не «кикают» и не демонстрируют.

Следующее предположение — затраты на дифференциацию статусов выгодны тем, что оптимизируют ухаживание, которое начинается в январе—феврале на одиночных территориях. Как мы видели, уровень агрессивности резидентов — характеристика, «созданная» дифференциацией поведенческих ролей при накоплении разных индивидуальных историй побед и поражений. С другой стороны, в период ухаживания именно восприятие птицы противоположного пола как захватчика может помешать образованию пары. Чем выше риск такого срыва, тем продолжительнее сближение, что крайне невыгодно для



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

особей — оно оттягивает начало размножения. Ускорить этот процесс крайне важно, и социальная стратификация, происходившая осенью и зимой, может этому способствовать. При близких уровнях территориальной агрессии у птиц с близкой успешностью охраны территорий уменьшается и риск срыва ухаживания именно в этот период (а не позднее, когда пара уже образовалась).

Если это так, скорейшее и/или более раннее образование пар, более ранние даты гнездования будут фиксироваться именно в плотных поселениях, но не в разреженных. Проверка подтвердила эту гипотезу. В разреженных поселениях сближение на чужих территориях идет дольше всего, вероятность срыва агрессией или ухода одного из участников максимальна, и сроки размножения птиц, гнездящихся там и в радиусе до 1 км вокруг, — более поздние. Выбор партнеров для ухаживания невелик из-за обширности участков и зависит исключительно от уровня брачной активности. Спаривания начинаются не в конце марта — начале апреля, как в плотных поселениях, а в конце апреля — начале мая.

В плотных поселениях и насильствие начинается на 10—15 дней раньше, так как поиск партнера проходит быстрее. И главное — с первых дней как самцы, так и самки четко предпочитают партнеров, чья эффективность охраны пространства близка к их собственной. Данное предпочтение выражено сильнее, чем предпочтение сходного уровня брачной активности в разреженных поселениях. Особи из других кластеров игнорируются почти полностью, их нечастые попытки ухаживания практически не бывают успешными. Возможно, так получается потому, что брачная активность у птиц одного кластера также примерно на одном уровне; во всяком случае, в плотных поселениях не получается разделить оба эффекта.

Иными словами, территориальность больших пестрых дятлов не связана с достижением краткосрочного выигрыша, но обеспечивает долговременный выигрыш. Постоянная охрана границ, отслеживание перемещений и демонстраций потенциальных захватчиков в течение осени и зимы вознаграждается только в феврале-марте, сокращая время сближения партнеров, что влечет за собой больший репродуктивный успех. Поскольку сближение самцов и самок — узкое место именно из-за особенностей внегнездовой территориальности вида (высокой агрессивности и жесткой охраны одиночных территорий от всех резидентов своего вида), подобная оптимизация крайне существенна.

Литература

Симкин Г.Н.О территориальном и токовом поведении большого пестрого дятла. Групповое поселение большого пестрого дятла. Орнитология. М.: Изд-во МГУ, 1976, 1977. Вып. 16, 17.

Бутьев В.Т., Фридман В.С. Большая пестрая дятел. Птицы России и сопредельных регионов. Совообразные — дятлообразные. М.: Т-во науч.изд. КМК, 2005.

Фридман В.С. Большая восьмерка большого пестрого дятла. Компьютера. 2006. № 647.

Зачем большим пестрым дятлам всю зиму охранять территории? Социальный компас. 8 июня 2017. <http://www.socialcompas.com/2017/06/08/zachem-bolshim-pyostrym-dyatlam-vsyu-zimu-ohranyat-territorii/>

Сэкономить на мозгах

Большой мозг дает большие преимущества. Его обладателям легче освоить новые места обитания и пищевые ресурсы, защититься от хищников и справиться с другими неожиданностями, которые преподносит жизнь. Однако крупный (относительно размеров тела) мозг есть не у всех животных, и ученые давно интересуются, какие условия способствуют его формированию. В 1970-е годы появилась гипотеза социального интеллекта, согласно которой эволюцию крупного мозга стимулирует жизнь в относительно постоянных группах со сложными отношениями между ее членами. В таких группах возникает конкуренция за самок, еду и влияние, и доступ к этим благам получает тот, кто владеет информацией об иерархии всех членов группы, их родстве, возрасте, степени агрессивности. Чем крупнее сообщество, тем больший объем данных приходится держать в голове, и отбор поощряет развитие мозга.

Подтверждением этой гипотезы служит корреляция между размерами группы и относительным размером коры головного мозга. Она обнаружена у разных видов приматов, которые вынуждены держаться вместе, чтобы защищаться от хищников. У обезьян, живущих в крупных социальных группах, когнитивные способности выше, чем у близких видов, которые образуют небольшие сообщества. Например, они способны к транзитивным умозаключениям (если первая кучка орехов больше



Дятлы *Sasia africana* держатся группами, но отношения в них неизвестны



второй, а вторая больше третьей, то каково соотношение между первой и третьей кучками).

Положительная зависимость между размером группы и объемом мозга существует также у китообразных, хищников и некоторых родов насекомоядных. Напомним: речь идет о постоянных группах. У животных, которые собираются большими стадами на короткий срок, у копытных например, подобной зависимости нет. Как обстоит дело у птиц — неизвестно.

У птиц нет коры, ее функции выполняет передний мозг, его размеры определяют сложность поведения, в том числе использование орудий и применение новых пищедобывательных стратегий. Если теория социального интеллекта справедлива для птиц, величина переднего мозга зависит от социальных отношений между особями. Ученые предприняли несколько попыток проверить эту зависимость.

В 2004 году специалисты Монреальского и Калифорнийского университетов проанализировали относительный объем переднего мозга у 140 европейских видов птиц и 55 американских («Evolutionary Ecology Research», 2004, 6, 833–842). Сейчас это нетрудно сделать: можно воспользоваться многочисленными опубликованными данными. Оказалось, что размер переднего мозга не зависит от среднего и максимального размера стай, в которые птицы собираются вне сезона размножения, и от склонности к стаеобразованию самой по себе. Исследователи предположили,

что социальные отношения птиц вне брачного периода не столь сложны, чтобы влиять на эволюцию мозга. А ученые из Оксфорда, используя данные о размерах мозга и образе жизни многих десятков видов птиц, пришли к выводу, что эволюционному развитию крупного мозга способствует не величина группы, а длительные и прочные связи между половыми партнерами («Biological Journal of the Linnean Society», 2010, 100, 111–123. doi:10.1111/j.1095-8312.2010.01427.x). По мнению исследователей, устойчивые брачные пары заботятся о потомстве вдвоем. При этом каждый родитель расходует на это меньше сил и энергии, чем одиночка, поэтому может позволить себе потратить на выкармливание больше времени. Так у птенцов появляется возможность дольше развиваться и сформировать относительно крупный мозг.

Получается, что теория социального интеллекта для птиц не работает. Однако следует иметь в виду, что ученые сравнивали виды с различным образом жизни и живущие в разных условиях. Среди них были и хищники, и растительноядные птицы, и всеядные. Кроме того, социальность птиц отличается от социальности млекопитающих. Большинство пернатых постоянных групп не образуют, а в стаи собираются на короткое время, и постоянных отношений в этих стаях между птицами не возникает. Неудивительно, что у них не замечено

Желудевый, или муравьиный, меланерпес Melanerpes formicivorus

корреляции между величиной мозга и размером группы.

Но как будто специально на радость исследователям существует семейство дятловых Picidae. Все виды дятлов живут примерно в одинаковых экологических условиях, отличаясь при этом социальными взаимоотношениями. Есть среди них одиночки, есть виды, образующие прочные пары, а некоторые дятлы живут стабильными группами. Этими особенностями воспользовались специалисты из Университета Сент-Эндрюса («Biology Letters», 2017, 13, 20170008, doi: 10.1098/rsbl.2017.0008), чтобы проверить: действительно ли групповой или семейный образ жизни способствует увеличению объема птичьего мозга?

Ученые предполагали, что у птиц наблюдается такая же картина, как и у приматов и прочих млекопитающих, то есть виды, образующие устойчивые пары, имеют больший мозг, чем одиночные виды (поскольку образование постоянных пар признано одной из причин увеличения размера мозга), а у дятлов, живущих группами, мозг еще крупнее. Действительность не оправдала их ожиданий.

Исследователи проанализировали относительные размеры мозга 61 вида дятлов: часть данных взяли из литературы, что-то измерили сами. В музеях хранятся птичьи черепа, и, если засыпать в них горчичные семена, легко вычислить объем мозга. Социальная организация разных дятлов также известна. Одиночными считают виды, образующие пары только в сезон размножения. Парные виды объединяются на более длительный срок и проводят вместе более шести месяцев в году. А есть виды, по многу месяцев живущие в постоянных группах.

В некоторых случаях об отношениях внутри такой группы практически ничего не известно, кроме того, что птицы подолгу держатся вместе. Есть виды,

гнездящиеся разреженными колониями. У некоторых видов группы состоят из родителей, их птенцов из последнего выводка и помощников, и отношения в них подробно изучены.

Как правило, помощники — это дети гнездящейся пары из предыдущих выводков, в большинстве случаев самцы (самки, повзрослев, улетают). Они помогают родителям высиживать птенцов. Такой жизненный уклад называется коммунальным, или кооперативным гнездованием. Подобные семейные группы образует, например, американский кокардовый дятел *Picoides borealis*, в них входят до четырех помощников. Кокардовые дятлы замечательны тем, что гнездятся в живых хвойных деревьях. В стволе под дуплом они выдалбливают дырочки, вытекающая оттуда смола образует липкий покров, который мешает змеям добраться до гнезда.

Коммунальное гнездование также описано у дятлов рода *Melanerpes*, и наиболее развито у желудевого, или муравьиного, меланерпеса *Melanerpes formicivorus*, обитателя Северной, Центральной и Южной Америки. Его семейные группы насчитывают 1—7 самцов и 1—3 самки, в группе бывает до десяти помощников. Каждая коммуна занимает общую территорию, на которой гнездится, собирает корм и хранит запасы. Закрома желудевого дятла впечатляют. Группа собирает желуди и сберегает их, вставляя в дырочки, выдолбленные в мертвом дереве. Охраняют такие деревья всей коммуной.

С наступлением брачного периода птицы в группе не разбиваются на пары. Самец оплодотворяет нескольких самок, каждая самка спаривается с несколькими самцами, а затем они откладывают яйца в одно общее гнездо. В насиживании кладки и в последующем выкармливании птенцов принимают участие все члены группы. Впрочем, в отдельные годы и в отдельных местах встречаются и пары желудевых дятлов, ведущих типично моногамный образ жизни, но это временное явление.

Исследователи построили модель, которая описывает связь между социальной организацией дятлов и размерами мозга. Модель показала, что два этих фактора действительно связаны. Правда, между одиночными и парными видами существенной разницы не было, равно как и между видами парными и живущими в группах. Однако у групповых дятлов размер мозга оказался существенно меньше, чем у одиночных! Более того, при сравнении всех видов обнаружилась тенденция к уменьшению размера мозга по мере усложнения социальной организации.

Исследователи предполагали, что у парных видов мозг будет крупнее, чем



ДНЕВНИК НАБЛЮДЕНИЙ

у одиночных: согласно общепринятым представлениям, стабильные отношения внутри моногамных пар положительно влияют на размер мозга. У дятлов такой зависимости нет. Возможно, на эволюцию их мозга повлияли только отношения в период размножения, а в это время и одиночные, и парные виды ведут себя одинаково: держатся вместе, вдвоем выкармливают птенцов.

Куда больше ученых удивило систематическое уменьшение размеров мозга в зависимости от размеров и стабильности социальной группы. В 2004 году исследователи из Университета Альберты (Канада) и Университета Глазго, проанализировав данные о 155 видах птиц из отряда воробьиных, не нашли связи между размером их мозга и коммунальным гнездованием («Ethology», 2004, 110, 203—220, doi: 10.1111/j.1439-0310.2003.00957.x). Объясняя эти результаты, авторы предположили, что поведение птиц в группе не отличается по сложности от поведения одиночек. Или отличается, но вызывает изменение некоторых отделов мозга, а не его общего размера. Или у предков этих видов мозг был изначально велик настолько, что предрасполагал к возникновению сложного поведения, включая коммунальное гнездование. А может быть, в дело вмешались какие-то экологические факторы, которые воздействовали на размер мозга сильнее, чем социальное поведение.

Эти объяснения не подходят для дятлов, у которых жизнь в группе влияет на мозг совершенно определенным образом: он уменьшается. Объясняя этот беспрецедентный результат, ученые отметили, что в группах дятлов, в отличие от млекопитающих, процветает не конкуренция, а сотрудничество. Оно существенно облегчает жизнь, перекладывая часть забот на других членов сообщества. И беззаботные дятлы могут позволить себе сэкономить на формировании дорогостоящей нервной ткани и обходиться относительно небольшим мозгом. Вот и решайте, что лучше: конкуренция или кооперация.

Н. Анина



Издыривленное дерево — кладовая муравьиных меланерпесов. В нем может храниться до 50 тысяч желудей. Такие запасы одной паре не собрать и не сберечь



Конец эпохи здравого смысла?

Достаточно часто приходится встречать утверждения, что в современном мире житейский здравый смысл не работает. Мол, мир настолько усложнился, что почти все, с чем приходится сталкиваться человеку, ведет себя контринтуитивно и непредсказуемо. Типичные представления человека о «здесь и сейчас» пасуют перед современными средствами коммуникации, представления о том, что вредно, а что полезно, опровергаются новейшими исследованиями и т. д.

Но что можно использовать вместо здравого смысла? Точное и буквальное соблюдение инструкций, написанных какими-то там специалистами? А где

эти инструкции? Чем дальше, тем менее доступными они становятся. Когда я (еще в СССР) покупал свой первый персональный компьютер, к нему прилагалось несколько томов инструкций, куда входили принципиальная электрическая схема с осциллограммами сигналов в ключевых точках, руководство программиста с подробным описанием функций BIOS (как правило, не нужных прикладному программисту уже тогда) и еще много чего.

А что мы получаем сейчас вместе с компьютером? В лучшем случае тоненькую книжечку с лицензионным соглашением и ссылкой на сайт производителя. Давно известно, что пода-

вляющее большинство пользователей современной бытовой техники документацию не читает. То есть осваиваем мы эту технику, руководствуясь тем самым здравым смыслом, эпоха которого якобы прошла.

Дело в том, что известно всего два варианта освоения незнакомой деятельности — более-менее систематическое изучение и метод тыка, основанный на здравом смысле. Очевидно, что когда речь идет о предметах, специально создававшихся для того, чтобы быть проданными людям, не умеющим с ними обращаться, второй способ предпочтительнее. Гораздо легче продать «интуитивно понятное» устройство,



МЫСЛИ О БУДУЩЕМ

которое «не требует обучения», чем заманивать потенциального покупателя на какие-то курсы, скорее всего бесплатные.

Да, конечно, в тех областях, где поставщики решений могут позволить себе требовать от заказчика обученного персонала (например, информационные системы управления ресурсами предприятия — ERP), — там организация этого обучения становится существенной статьей дохода поставщиков. Но так везет далеко не всем. Поэтому конструкторы и дизайнеры «второй природы» стараются разрабатывать свои изделия так, чтобы они вели себя предсказуемо для нас, в соответствии

с нашим здравым смыслом. Последнее время уже дело дошло до «интеллектуальных» голосовых интерфейсов.

В то же время и наш здравый смысл потихоньку адаптируется к новым реалиям. Нашим предкам казалась совершенно контринтуитивной штука повозка, которая едет без лошадей, место ей было в сказках, рядом со всем остальным, чего не бывает в реальной жизни. А мы — привыкли. Мы теперь с детства живем в городах, где есть разделение на проезжую часть и тротуары, с детсадовского возраста приучаемся к соблюдению правил дорожного движения. Эти впитанные буквально с молоком матери правила становятся частью нашего здравого смысла. И вот уже зеленый свет у нас повсеместно ассоциируется с «идите», а красный означает «стоп», в то время как еще сто лет назад более естественной была ассоциация зеленого с «право», а красного с «лево», происходящая от морских ходовых огней.

Добавим, что и развитие любой отрасли техники после взрывного роста замедляется. Например, сейчас многие пользователи компьютеров, несмотря на все потуги производителей принудить их к апгрейду, работают с операционной системой Windows XP, выпущенной почти полтора десятилетия назад. За такое время вполне успевают сформироваться устойчивые стереотипы, рассматриваемые как часть здравого смысла.

Примерно в то же время, что и Windows XP, в нашу жизнь вошли мобильные телефоны, серьезно изменившие стереотипы общения, заставившие обычных людей задуматься о том, как распространяются радиоволны и что может им помешать преодолеть расстояние между вашим телефоном и базовой станцией. Оказалось, это тоже несложно. Электромагнитные волны и есть электромагнитные волны, а правила, по которым в окружающем мире появляются свет и тени, мы выучиваем с младенческого возраста. Поэтому люди, которые живут в местах с устойчивым сотовым покрытием, очень быстро усвоили, что для улучшения качества сигнала надо подняться выше, выйти из железной машины или из кирпичного дома и т. д.

Итак, что же у нас получается? То, что здравый смысл — это некоторые накопленные на подсознательном уровне представления о том, как устроен мир.

С одной стороны, многое в мире устроено просто и логично, и закономерности в нем достаточно универсальны. Хотя, конечно, лучше опираться в этом вопросе не только на собственный жизненный опыт, но и на науку, которая уже много таких закономерностей

описала. Тем не менее базовые, фундаментальные законы, например законы сохранения вещества и энергии, проявляются в окружающем мире настолько часто, что здравый смысл их обязательно учитывает.

С другой стороны, окружающий нас мир во многом уже не является природой. Однако он создан людьми и для людей. Бытовая техника, архитектура, транспорт — все это специально сделано таким образом, чтобы естественные, привычные действия людей не подвергали этих людей лишней опасности.

С третьей стороны, здравый смысл — это некий концентрат жизненного опыта. И если жизненный опыт формируется в техногенной среде, то здравый смысл будет диктовать правильный способ поведения именно в такой среде.

И наконец, последнее, самое главное. Начав мыслить логически, неопытный мыслитель склонен доводить определенные идеи до абсурда. Откуда зачастую и возникают различные алармистские идеи вроде того старинного прогноза, согласно которому развитие гужевого транспорта приведет к тому, что мостовые городов будут покрыты слоем навоза. А вот житейский здравый смысл позволяет догадаться, что до абсурда что-то в этом мире доходит редко. И обязательно появится новый фактор, который прежде учитывать не стоило, но который раньше или позже остановит взрывное развитие любой тенденции. Иными словами, здравый смысл заменяет диалектику (логику), которую почему-то перестали преподавать в начальной школе, а с конца 80-х — и в старших классах.

Да, конечно, бывают эпохи перемен, когда определенная область деятельности развивается так быстро, что здравый смысл в ней пасует. Именно такие эпохи бурного развития некоторых хорошо заметных областей породили идею «технологической сингулярности» — наступления эпохи, когда развитие окружающей человека техники будет происходить настолько быстро, что он не успеет к ней адаптироваться.

Но точно так же, как в 20-е годы прошлого века энтузиасты тогдашней научно-технической революции с грустью констатировали: «Радио есть, а счастья нет», и мы в 2010-е годы уже можем сказать: «Повсеместная мобильная связь, машинное обучение и все прочее есть, а сингулярности нет». И по-моему, это к счастью, что сингулярности нет, а наш здравый смысл продолжает оставаться применимым к окружающему миру.

Виктор Вагнер



Покраску не заказывали

Ирина Истратова

Космический корабль министра межзвездной торговли опустился на марсианский грунт рядом с куполом мэрии. Из шлюза купола выдвинулся хобот телетрапа и пристыковался к кораблю. Министр зашагал по красной ковровой дорожке, выбивая из нее красную марсианскую пыль. Вслед за ним, чихая и кашляя, из корабля выбрались сопровождающие лица. Воздух покраснел от пыли, а дорожка вернула себе исходный серый цвет.

У шлюза земную делегацию встречал мэр Марса со свитой — все как на подбор гладкие и цветущие, словно с глянцевой обложки. Эти не кашляли — ни от пыли, ни вообще. Обменявшись приветствиями, высокопоставленные лица удалились в кабинет на переговоры.

— Неплохо выглядишь, — сказал министр.

— Ты бы тоже мог, — ответил мэр. — Если бы вы, земляне, купили у тау-китайцев медицинскую страховку. Да, забыл пред-
ставить — это профессор Дрейфус, мой консультант по науке.

Молодой человек, сидевший в кресле в углу, с достоинством кивнул. Телосложением он походил на культуриста, лицо, впрочем, было интеллигентное, но юное и несолидное. В руках профессор вертел очки и ностальгически протирал стекла.

— А вот на что я хочу потратить нашу долю валюты в этом году. — Мэр протянул министру красочный буклет.

С бумаги вспорхнула голограмма изрытой кратерами планеты и закружилась в воздухе. Под бодрую музыку она покрылась водой и окуталась атмосферой. Повяло морской свежестью. Министр прочел:

Компания «ПланетСтрой»

Прайс-лист

Ремонт геодинамо — от 600 000 т

Строительство водных бассейнов — расчет стоимости по вашему эскизу

Посадка зеленых (синих, желтых, черных и др.) насаждений — от 2700 т за млн кв. км

Список содержал много пунктов, но эти три были подчеркнуты ручкой.

— Эх ты размахнулся! — сказал министр. — Ваша доля — четыреста тысяч тау-койнов.

Мэр нахмурился.

— Почему так мало?

Министр межзвездной торговли развел руками:

— Тау-китайцы теряют интерес к человеческому искусству.

В этом году купили только кубистов, чукотские народные песни и Стоунхендж. Seriously прошу — пересмотри расходы.

— Могу отказаться от насаждений, — скрепя сердце уступил мэр.

— Тебе и на бассейны не хватит! — Министр взмахнул буклетом. — Как я погляжу, качество полиграфии хорошее? Фирма, значит, не из дешевых. Наверняка другие делают то же самое, но берут в два раза меньше.

— «ПланетСтрой» — надежная фирма. Я читал тау-китайские форумы — пишут, что за другими приходится доделывать. А что из списка мы можем доделать самостоятельно? Ну, кроме посадки насаждений?

— Тогда такой вариант, — предложил министр. — Вы объединяетесь с учеными, в складчину вам хватает как раз на геодинамо. Тау-китайцы вам его ремонтируют — а ученые пытаются понять, как они это делают.

— Не получится, — подал голос научный консультант. — Мы приглашали специалиста из «ПланетСтроя», он осмотрел ядро Марса и сказал, что геодинамо никогда не работало. Запустить его можно, но это будет уже другая цена.

— В таком случае нам нужно обсудить важные государственные вопросы... — Министр выжидающе посмотрел на консультанта. Когда за тем закрылась дверь, продолжил: — Что скажешь насчет последнего пункта?

«Покраска поверхности — от 900 τ за млн кв. км, в зависимости от категории сложности».

— На черта? — вырвалось у мэра.

Министр снисходительно пояснил:

— Ты закажешь покраску Марса в зеленый цвет. По первой категории выйдет сто тридцать тысяч, а в документы мы впишем пятую или шестую...

— Избиратели такого не поймут.

— А ты им объясни. Есть же исследования, что зеленый цвет благотворно влияет на психику? Нету? Ну так организуй.

Мэр покачал головой. Министр поднял бровь:

— Можно подумать, ты кристально честный. А то я тебя не знаю!

— Достаточно честный, — обтекаемо ответил мэр.

— Твои проблемы. — Министр встал из-за стола.

Оставшись в одиночестве, мэр взял чистый лист и написал: «Валютные расходы марсианского бюджета». Вездесущая пыль забила в ручку, и она противно скрипела по бумаге. Мэр задумчиво уставился в стену. Что полезного можно купить у тау-китайцев за четыреста тысяч?

«1.» — вывел он. Ручка издала предсмертный скрежет и сломалась. Проклятая пыль!

Клининговая компания называлась не то «Доставка чистоты», не то «Чистое везение». Тау-китаец пульсировал и переливался всем телом, а переводчик не очень уверенно переводил:

— Мы обработаем вашу планету нашим атомным пылесосом. Или, быть может, расщепителем вакуума...

На всякий случай мэр Марса уточнил:

— Эта штука убирает пыль с поверхности?

Инопланетянин затрясся, и в его теле образовалась дырка. Переводчик перевел:

— Да! И с поверхности планеты, и из межзвездного пространства!



— Нам нужно только с поверхности.

— И из атмосферы! — страшным шепотом подсказал научный консультант.

— С поверхности и из атмосферы, — поправился мэр. — Во сколько это обойдется?

Менеджер клининговой компании заколыхался и растекся в блин.

— Сто тысяч тау-койнов, — произнес переводчик. — Можем продемонстрировать наш пылесос на небольшом участке планеты. Только давайте зайдём в звездолет, а не то нас раскатает. Или поджарит. Или и то и другое.

Из звездолета выросла ложноножка, накрыла тау-китайца и втянула внутрь. Тем же манером на борт попали люди.

За огромным иллюминатором неправильной формы расстилался скучный марсианский пейзаж. Тау-китаец выпустил отростки и воткнул их в панель управления. За окном закрутились пылевые столбы. Они вращались, втягивая в себя пыль, а затем истончились и растаяли. Мэр и профессор недоверчиво подались к иллюминатору, и звездолет выплюнул их наружу.

— Что это? — возмутился мэр. — Мы покраску не заказывали!

Вокруг простиралась темно-серая равнина, покрытая зелеными пятнами и разводами.

— Это базальт, — сказал научный консультант. — Магматическая порода, самая распространенная в Солнечной системе. Марсианский грунт — продукт ее выветривания.

— А почему он красный, а не зеленый?

— Из-за высокого содержания оксидов и гидроксидов железа. Они образовались в эпоху, когда на Марсе было много воды, а в атмосфере присутствовал свободный кислород.

— Выходит, наша пыль — ценная штука? — задумчиво сказал мэр. — Запас воды и кислорода на случай, если мы скопим денег на терраформирование... — Он обернулся к звездолету, упер руки в боки и поинтересовался: — Куда вы дели наш мусор?

Звездолет выплюнул тау-китайца с переводчиком, а следом — два огромных бесформенных слитка с металлическим блеском. Профессор Дрейфус подошел к ним, ковырнул пальцем.

— Железо, — заключил он. — И кристаллический кремний.

— А где вода и кислород? — возмутился мэр.

Тау-китаец вытянулся вверх метра на два, и переводчик перевел:

— К сожалению, они улетучились в атмосферу.

— Непорядок, — сказал мэр. — Думаю, вы обязаны сделать нам скидку...

Мэр сел за стол, придвинул лист, озаглавленный «Валютные расходы марсианского бюджета», и написал:

1. *Пропылесосить Марс.*

2. *Покрасить Марс в зеленый цвет (третья категория сложности).*





Вонючие раны

Кандидат
физико-математических наук
С.М. Комаров

Раны бывают разные. Есть, так сказать, престижные, о которых написаны тысячи статей и десятки монографий, которыми занимаются целые отрасли медицины. Например, сильные ожоги (см. наш сериал «Очерки комбустологии», «Химия и жизнь», 2017, 1—6) или огнестрельные ранения. Но есть раны, о которых не принято особо говорить: занозы, уколы иглками, сломанные ногти и прочие неприятности, столь мелкие, что на них обращают внимание даже не сами пациенты, а разве что отдельные травматологи. Потому что знают: и маленькая ранка может принести большие проблемы. Заведется в ней инфекция, и будет нарыв зреть неделями, а то и годами, да никак не лопнет, а только станет ныть, стрелять, а порой еще и скверно пахнуть. Этими вонючими ранами почти никто не занимается — база PubMed



Художник Хангри Дог



МЕМОАРЫ ИГНОБЕЛЯ

последствие: рука стала вонять, причем так сильно, что запах чувствовался даже в большой комнате, находиться же с пострадавшим в маленьком кабинете было невыносимо. Медики ничего не могли поделать с запахом, и наконец Y попал на прием к дерматологу доктору Миллс, которая и начала исследование с помощью коллег.

О том, как надо лечить раны, в том числе вонючие, известно многое. В частности, установлено, что за неприятный запах, который зачастую издают трофические язвы, отвечает не один микроб, а целый комплекс аэробных и анаэробных организмов, причем каждый из них по отдельности такого эффекта, как правило, не дает. Компоненты запаха известны — это и серосодержащие вещества, и низкомолекулярные жирные кислоты. Они получаются в результате разложения человеческих жиров и белков теми самыми обитателями раны. Способ лечения очевиден — извести всех микробов с помощью антибиотиков. Антибиотики понадобятся разные, одни для аэробов, другие для анаэробов, причем эффект последних наиболее заметен. Отсюда возникла гипотеза, что запах дают все-таки анаэробы

Однако это, так сказать, общая теория, на практике все не совсем так. Тщательное исследование обитателей трофических язв показало («Journal of Wound Care», 1999, 8, 5, 216—218), что в двух случаях из 150 на комплекс бактерий списать запах не получится. Микрофлора вонючих ран у этих пациентов оказалась крайне бедной, она состояла из пары видов таких стафилококков, стрептококков и еще некоторых микробов, которые у других людей никаких запахов не давали. При этом анаэробов-то в язве и не было. Эту пару случаев списали в загадки медицины — эка невидаль, полпроцента выпали из статистики. Тем не менее появился повод задуматься: а не упускаем ли мы что-то важное?

Допустим, одно исключение из правила о комплексе бактерий хорошо известно: если в ране поселятся клостридии — зловредные организмы, вызывающие газовую гангрену, — они дают запах без помощи сожителей, сами по себе. Но, как нетрудно догадаться, такое встречается редко, все-таки до гангрены медики стараются дело не доводить. Да и живет клостридия в сильно анаэробных условиях: соблюдая гигиену, занести ее в рану нелегко.

Исходя из парадигмы об анаэробных микробах как причине запаха, и стали изучать пациента Y. Оказалось, что в коже его кисти поселились-таки гангренозные клостридии. И не просто в кисти, а по всей больной руке, до груди. А другие клостридии живут на всех его конечностях. И именно они — причина запаха: препарат, приготовленный с ними, давал ту же смесь уксусной, пропионовой, n-масляной и 4-метилвалериановой кислот, что испускал больной палец. Так причина запаха была установлена, и довольные успехом медики стали пользоваться пациента антиклостридиевыми антибиотиками, от которых в культуре они успешно погибали. Однако ничего не получилось. Может быть, иммунитет ослаблен? Нет, организм пациента вырабатывал антитела к клостридиям. Испробовали физиотерапию — обработку потоком кислорода (для анаэробов он должен быть губителен), стерилизацию ультрафи-

на запрос *malodorous wound* выдает от силы пять страниц ссылок. Неудивительно, что Игнобелевский комитет, поощряющий смелых и нетривиально мыслящих исследователей, удостоил высокой награды авторов доклада о безнадежном случае вонючей раны, ставшей очередной загадкой медицины. Игнобелевскую премию 1998 года по медицине получили уэльские медики Кэролайн Миллс, Мэрион Ллевелин, Дэвид Келли и Питер Холт из Королевского госпиталя Гвента в Ньюпорте, а также их пациент, известный как Y («The Lancet», 1996, 348, 1282).

С этим пациентом произошел чудовищный случай. Работая на птицефабрике, он в 1991 году уколол палец куриным пером. Казалось бы, пустяк, место укола зажило, однако возникло стойкое покраснение пальца. Но это было не единственное



олетом — без толку. Добавили флюоресцирующее вещество, излучающее ультрафиолет, — псорален (его используют при лечении псориаза). Не помогло, как и хлорофилл, как и масло перечной мяты, как и отказ от антибиотиков для восстановления естественной микрофлоры. Клостридии жили и пахли, а между тем прошло уже пять лет с момента травмы. Пациент оказался каким-то инкубатором для клостридий, ведь при облучении не гибнуть в верхних слоях кожи они не могли. В том самом сообщении, которое принесло им лауреатство, медики были вынуждены — редчайший случай — признать свое поражение и обратились за помощью к коллегам.

Коллеги откликнулись в том же году. Это были медики из грацкого Университета Карла Франца, которые прислали в тот же журнал рассказ о своем опыте. У одной пациентки была зловонная язва на ноге. Жили там, в частности, клостридии, и, несмотря ни на какие антибиотики, язва не заживала и мерзко пахла. Что характерно, будучи выделенными из раны, клостридии от антибиотика погибали, то есть дело было не в их устойчивости к лекарству. Глубоко задумавшись, медики решили покопаться в истории болезни и обнаружили, что у этой пациентки была операция на легких. Тогда возникла рабочая гипотеза: на самом-то деле у нее латентный туберкулез. И микобактерии — возбудители туберкулеза — создают тепличные условия для клостридий, как-то защищают их, обманывая иммунную систему и, видимо, не допуская к ним молекулы антибиотика. Сделали пять биопсий, и гистологи нашли-таки грануломы, связанные с туберкулезом. Пациентке стали давать препарат не против клостридий, а против микобактерий — и скверный запах из язвы вскоре исчез, а язва зарубцевалась.

Был и другой случай: пациент страдал от сальмонеллы и ничто ее не брало. В конце концов и у него нашли туберкулез печени: лечение этой болезни привело к победе и над сальмонеллой. В общем, австрийские медики посоветовали уэльским коллегам пролечить пациента У от микобактерий, даже если их у него найти не удастся: известно, что у птиц эти бактерии встречаются. К сожалению, более в печати этот случай не обсуждался, а сама доктор Миллс в тот же «Ланцет» статей не писала. И это печально, ведь было бы интересно, а в некоторых случаях и крайне полезно проследить такие неясные связи между существами, нашедшими пристанище в нашем организме.

Уколоть палец зараженным пером мало кому удастся, однако поранить ногу каким-нибудь шипом или гвоздем случалось многим, особенно детям, которые редко смотрят под ноги. И тут возможны всякие неприятности. Нет, речь не о столбняке, которым бабушки любят пугать внуков. Вот типичный случай («Hospital Practice», 1983, 18, 4, 47—48; doi: 10.1080/21548331.1983.11702512). В Бостонский городской госпиталь поступил десятилетний мальчик с воспаленной ногой. Десятью ранее он наступил на ржавый гвоздь, но ранка поболела всего один день. А к концу недели ступню раздуло. Остатков гвоздя в ране не было видно, и медики решили, что это воспаление подкожной жировой ткани — панникулит, который в 10% случаев

возникает при подобных ранениях. Три дня ребенка лечили от этой болезни, а тем временем температура росла и достигла уже 39°C, одновременно росла и скорость оседания эритроцитов (признак воспаления). Присмотрелись повнимательнее и обнаружили раннюю стадию остеомиелита — распада кости под влиянием инфекции. Хирурги извлекли из раны известного возбудителя *Pseudomonas aeruginosa*, она же синегнойная палочка. Эта бактерия неплохо маскируется от иммунных клеток и антибиотиков, формируя биопленки, что особенно удобно делать как раз на поверхности кости. По данным медиков, подобное осложнение возникает примерно у каждого сотого человека, уколотившего ногу (внимание: статистика учитывает только тех, кто обратился к врачу, но с учетом тех, кто не обращался, вероятность будет меньше).

А вот откуда берется псевдомонада в ране, долго оставалось неизвестным. Синегнойные палочки живут во влажной теплой среде, а обувь в общем-то сухая. И действительно, многочисленные пробы, которые медики брали с обуви пострадавших, никаких следов синегнойной палочки не обнаруживали. Только в середине 80-х годов XX века этих бактерий стали находить в кроссовках, которые в то время вошли в моду. Как оказалось, в новых кроссовках бактерия отсутствует, но вот при ношении внутренний слой подошвы увлажняется, видимо, от пота, и там создаются хорошие условия для псевдомонад. А уж если уколешь ногу, инфекцию занести нетрудно.

В общем, несчастному мальчику несколько раз чистили рану и потом месяц кормили его ударными дозами антибиотиков; только это позволило повернуть процесс вспять и побороть зловредную бактерию.

А что же у нас с занозами, уколами шипами роз, акаций и прочих колючек? Медики утверждают, что и эти уколы представляют опасность: вероятность инфекции достигает 10%, осложнения в виде остеомиелита — около 1,5%. Однако беспристрастный разбор этих данных показывает, что все не так страшно. Опрос пациентов травмопункта Калифорнийского университета в Сан-Франциско («Journal of Accident & Emergency Medicine», 1996, 13, 274—277) на предмет последствий уколов о растения показал, что если они обращались к врачу с такой раной, то вероятность инфекции действительно оказывается около 10%, а если не обращались — то 1%. Наверное, причина в том, что потратить время на визит к врачу с занозой решается тот, у кого заноза действительно велика либо глубоко сидит и избавиться от нее с помощью прокаленной в огне иголки не удастся. Хотя и при невинных на первый взгляд уколах о растения порой встречаются удивительные неприятности — вспомним редчайший медицинский казус, когда в пальце девушки, уколотившейся иголкой кактуса, его ткань начала расти (см. «Химию и жизнь», 1998, 9/10). Этот феномен до сих пор остается такой же загадкой, как и случай пациента У, и многие другие казусы, не ставшие достоянием гласности. Их существование лишней раз подтверждает афоризм Сократа: «Я знаю, что ничего не знаю», а будущих лауреатов научных (и не очень) премий вдохновляет на плодотворную работу по разоблачению тайн природы, даже если такая тайна скрывается на дне мерзко пахнущей раны. Кто знает, может, игнобелевское открытие спасет чью-то жизнь.





Научно-популярный конкурс

Номинации

- Свободная тема по биологии
- Своя работа
- Биомедицина сегодня и завтра
- Наглядно о ненаглядном: нарисуй науку!
- «Места»: где работать в биологии?

«Биомедицину» судит
известный биохимик Борис Животовский

Призы

- Приз в каждой номинации: 30 тыс. руб.
- Приз зрительских симпатий:
большой чекап от «Инвитро»

Партнеры конкурса

INVITRO

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Бластим

VISUAL SCIENCE
Visualization, Communication & Education



Прием работ до 1 октября 2017 года!

biomolecula.ru/biomoltext/bio-mol-tekst-2017





Деревня Яншао.
Реконструкция



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

А девушки — потом

«Учитель сказал: "Трудно иметь дело только с женщинами и низкими людьми. Если с ними сближаешься, то они перестают слушаться. Если же от них удаляешься, то неизбежно испытываешь с их стороны ненависть"». Учитель — это Конфуций (551—479 годы до н. э.). Женщин он практически не упоминал, а если скажет что-нибудь, так уж лучше бы молчал, честное слово. То ли философ выражал свое личное мнение, то ли взгляд на женщин как на существ, недостойных внимания, к тому времени уже сформировался.

А время это — бронзовый век, эпоха династии Восточная Чжоу (771—221 до н. э.). Ученые из Китая, Австралии и США под руководством доцента Городского университета Нью-Йорка Екатерины Печенкиной исследовали социальный статус женщин в те далекие века и выяснили, что слабый пол тогда был действительно слабым и не пользовался уважением («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2017, 114, 932—937, doi: 10.1073/pnas.1611742114). Такое положение существенно отличалось от статуса китаянок в эпоху неолита.

Место действия нашего рассказа — Среднекитайская равнина, сформированная осадочными породами Хуанхэ и ее притоков. Это огромная плодородная территория, заселенная более 10 тысяч лет назад. Тогда на равнине существовала сельскохозяйственная культура Яншао, одна из самых известных культур китайского неолита. Люди выращивали засухоустойчивые злаки, хорошо переносящие холод: просо *Panicum miliaceum* и родственную ему чумизу *Setaria italica*. Меню разнообразили капуста, виноград, мак, рис и желуди, но всего лишь как добавка к основным злакам. Тамошние жители охотились на оленей и разводили свиней. Ситуация изменилась в конце неолита, примерно за 2600—1900 лет до н.э., когда на равнине стали выращивать пше-

ницу *Triticum aestivum*, ячмень *Hordeum vulgare* и сою *Glycine max*. С нашей точки зрения пшеница, безусловно, лучше проса, однако китайцы распробовали новинки далеко не сразу. Исторические записи династии Хань (206 до н. э. — 220 н. э.) свидетельствуют о том, что пшеница, ячмень и соя долгое время оставались пищей для бедных. Лишь в конце династии появились достаточно совершенные мельницы, приводимые в действие животными или водой, которые облегчили перемалывание грубых зерен в тонкую муку, и тогда пшеницу и ячмень оценили по достоинству. Сообщая сведения о мельницах, исследователи ссылаются на профессора социальной антропологии Эдинбургского университета Франческу Брей.

Одновременно со злаками, между 2500 и 2000 годами до нашей эры, обновилась и сельскохозяйственная фауна Среднекитайской равнины. Появились домашние коровы *Bos taurus* и овцы, но овец долгое время разводили в основном на шерсть. Примерно тысячу лет спустя из Южной Азии в Китай попали азиатские буйволы *Bubalus bubalus*. Судя по ископаемым костям, в эпоху Восточной Чжоу преобладали все-таки свиньи, за ними следовали крупный рогатый скот, собаки, лошади и овцы.

Тем не менее конец эпохи Яншао ознаменован введением в культуру новых

видов злаков и одомашниванием крупных травоядных, что нарушило сложившийся жизненный уклад и традиционные стратегии питания. Многочисленные исследования, проведенные в других частях мира, показывают, что, когда сообщество расширяет площадь пахотных земель и обзаводится крупным рогатым скотом, социальный статус женщин в нем заметно снижается. Ученые предположили, что подобная ситуация сложилась и в Китае.

Восстановить рацион людей, живших несколько тысяч лет назад, помогает метод стабильных изотопов. Он основан на том, что разные растения используют различные пути фотосинтеза и при этом поглощают природные изотопы углерода ¹³C и ¹²C в различных соотношениях. Виды, способные усваивать углекислый газ из атмосферы при более низкой его концентрации, используют C₄-путь фотосинтеза. Он назван так потому, что молекула CO₂, присоединяясь к субстрату, образует четырехуглеродную (C₄) шавелевоуксусную кислоту. Многие растения используют C₃-путь, в этом случае при фиксации углекислого газа образуется трехуглеродная фосфоглицериновая кислота. Фермент, который присоединяет CO₂ по C₃-пути, работает медленно и предпочитает более легкий изотоп ¹²C. В растениях C₄ больше ¹³C, и поэтому выделенные из них сахара тяжелее, чем сахара из C₃-растений. Соотношение стабильных изотопов определяют методами масс-спектрометрии и выражают показателем δ¹³C. У растений с типом фотосинтеза C₃ он ниже, чем у C₄. По значению δ¹³C в коллагене ископаемых останков можно понять, какими растениями питался человек или животное. Чем ниже этот показатель, тем выше доля C₃-культур в его рационе.

О качестве белковой пищи судят по соотношению стабильных изотопов азота ¹⁵N и ¹⁴N: чем выше значение δ¹⁵N, тем больше мяса ели люди.

Метод стабильных изотопов позволяет получить сведения о рационе простых людей, живших тысячи лет назад. От них не осталось ни записей, ни пышных захоронений, по которым можно судить об их жизни, — только кости.

Просо и чумиза используют C₄-путь фотосинтеза, пшеница, рис, ячмень и соя — C₃-путь. Исследователи проанализировали 130 костных останков из погребений Яншао и 46 образцов костей из



Чаша с рыбами эпохи Яншао



Бронзовая фигурка возницы эпохи Восточная Чжоу



Воин Чжоу

двух захоронений времен Восточной Чжоу. Оказалось, что люди Яншао питались просом и мясом, причем рационы мужчин и женщин не отличались. Во времена Восточной Чжоу жители Центральной равнины стали есть меньше мяса, а просо частично заменили пшеницей. При этом изменения рациона коснулись женщин в гораздо большей степени, чем мужчин.

Травоядных тоже кормили по-разному. Овцы, по-видимому, поедали C_3 -растения, в основном травы, росшие на пастбищах. А крупному рогатому скоту зимой доставались просяные сено и солома, поэтому значение $\delta^{13}C$ в их костях выше, чем у овец. У женщин Восточной Чжоу $\delta^{13}C$ примерно такое же, как у овец, у мужчин оно ближе к коровьему. Не давали тогда женщинам проса, и мяса тоже не давали. Их удел — соевые бобы и плохо перемолотые пшеница с ячменем, пища бедных. Эта тенденция прослеживалась во всех исследованных захоронениях.

Можно было бы предположить, что у мужчин и женщин в те времена были разные кулинарные предпочтения, если бы не явные следы недоедания и хронической анемии на женских останках. У них пористые черепные кости, а на верхнем своде глазниц мелкие отверстия. Такие

Простое погребение эпохи Восточная Чжоу



повреждения образуются, когда человек с самого рождения недополучает железа и витаминов. Наиболее поврежденные кости принадлежат индивидам с самыми низкими значениями $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ — им элементарно не хватало мяса. Это значит, что родители в то время мало заботились о дочерях, даже о самых маленьких, уделяя основное внимание мальчикам. На мужских костях нет следов недоедания.

Но так было не всегда. Судя по состоянию костей, женщины Яншао не страдали от недостатка мяса и питались наравне с мужчинами. Женщины Восточной Чжоу от недоедания измельчали, стали ниже, чем китайки неолита, а рост мужчин за прошедшие века не изменился. Поскольку население Центральной равнины Хуанхэ генетически однородно, изменение роста зависит от влияния внешних условий, в том числе от того, как родители кормят детей. Если они не считали нужным досыта кормить девочек, значит, их социальный статус в эпоху Восточной Чжоу был очень низким.

Об этом свидетельствуют и захоронения. В эпоху Яншао мужские и женские могилы мало отличались по количеству и качеству положенных туда предметов. Как правило, это небольшие личные вещи: шпильки для волос и бусины, которыми могли пользоваться люди обоего пола.

Более того, мужчин нередко хоронили без всякого скарба, а женщин снабжали глиняными горшками. Возможно, китайки были окружены многочисленной родней, которая и снаряжала их в последний путь.

В Верхней Чжоу ситуация меняется. Мужские погребения становятся многокамерными, покойников хоронят в двойном гробу. Простые однокамерные захоронения принадлежат обычно женщинам. Известны и величественные многокамерные женские погребения, но в них такое количество предметов, что покойница при жизни явно занимала очень высокое положение. Такие захоронения — исключение из правил.

Итак, китайки бронзового века — мелкие, недокормленные создания, с которыми «трудно иметь дело». Женщинами пренебрегают и в современных бедных сельскохозяйственных сообществах, где есть крупный рогатый скот. Так, в 1970-х годах такое положение было характерно для сельских жителей Бангладеш («Population and Development Review», 1981, 7, 55—70, doi: 10.2307/1972764). Девочки в деревнях умирали чаще мальчиков, причем в возрасте от одного до четырех лет разница в смертности достигала 45%. По мнению исследователей, родители плохо кормили девочек, потому что не видели в них пользы. Девушки выходят замуж и покидают семью, а мальчики остаются и работают на благо стареющих родственников. Стало быть, инвестировать нужно в мальчиков. Исследователи подчеркивают, что семьи едят вместе и продукты за столом распределяют женщины. Это они позволяют мужчинам выбирать лучшие куски. Девочки питаются по остаточному принципу, при этом матери семейств предвзятое отношение к девочкам отрицают.

Возможно, на социальный статус китайок действительно повлияло изменение образа жизни. Надо много пахать, пасти скотину, овец приходится перегонять с места на место, — это мужская работа, и роль сильного пола в таких сообществах возрастает.

Была и еще одна причина, по которой статус мужчин Восточной Чжоу стал много выше женского. Конец той эпохи не зря называется Периодом Сражающихся царств (475—221 до н. э.). В это время в долине Хуанхэ возникло множество государств, которые постоянно воевали друг с другом. Те, что покрупнее, поглощали более мелкие, на место небольших дружин, предводительствуемых аристократами, пришли многолюдные армии. Сражения стали кровопролитными, боевые потери — весьма ощутимыми. Всем понадобились солдаты. О мальчиках заботились, выкармливали их и ставили в строй. А девушкам доставалось то, что оставалось. Слишком много обстоятельств было против них. Хотя не факт, что быть мужчиной в то время было легче.

Кандидат биологических наук

Н.Л.Резник

Первая база химических данных

Кандидат химических наук
А.И.Курамшин

Химики и вместе с ними представители других естественных наук отмечают в 2017 году 200-летний юбилей «Руководства по теоретической химии» Леопольда Гмелина.

Сейчас все мы привыкли к химическим базам данных, и новое поколение молодых исследователей уже не представляет, как можно было без Интернета находить информацию о физических и химических свойствах веществ, ЯМР- и ИК-спектры, планировать синтез и даже узнавать, где можно дешевле купить исходные вещества. Некоторых, увы, такая доступность информации разбаловала — бывает, что студенты и аспиранты раз за разом, очищая один и тот же растворитель перегонкой, смотрят в Интернете его температуру кипения, хотя, казалось бы, на третий-четвертый раз константу вещества можно и запомнить. С другой стороны, у моих ровесников и учителей были свои базы данных — иногда они пахли пылью и продуктами разложения лигнина, часто их нельзя было открывать на рабочем месте, а только в читальном зале библиотеки. Как вы поняли, это были бумажные справочники, энциклопедии и знакомые практически любому органику десятки и сотни томов, которые носили имя русского химика-органика Федора Федоровича Бейльштейна. Но и бумажными базами данных химики пользовались отнюдь не всегда.

В 2017 году можно отметить два века с момента появления первой химической базы данных. В 1817 году мало кому известный немецкий профессор Леопольд Гмелин вписал свое имя в историю химии, по сути дела совершив в ней информационную революцию. С выходов первого тома справочного издания «Руководство по теоретической химии» («Handbuch der theoretischen Chemie»), в котором были изложены все известные в то время опытные данные по органической и неорганической химии, мир химии начал меняться, и все без исключения химики ощутили эти перемены. Детище Гмелина существует и поныне, хотя сам создатель вряд ли бы сейчас узнал плоды своих трудов — его имя носит база данных, объединяющая информацию о неорганических и металлоорганических веществах.

Химия до химической литературы

Чтобы понять, чем же была так ценна идея Леопольда Гмелина, придется заглянуть в прошлое задолго до его жизни. До появления письменности, как, впрочем, и долгое время после, методические указания о получении полезных вещей вроде металлов, керамики, косметики и лечебных снадобий, передавались из уст в уста, от мастера подмастерью. Даже в тех рецептах, которые были записаны — на египетских папирусах, шумерских глиняных табличках или китайской тряпичной бумаге, — как правило, наиболее ценные секреты мастерства излагали в форме мистических метафор, а эти метафоры мог понять только избранный или хотя бы посвященный в секреты ремесла. Не способствовало свободному распространению правильной научно-технической информации и то, что все эти рецепты переписывались от руки — при таком способе копирования ошибки неизбежны.

Появление в Европе книгопечатания в конце XV века не стало немедленным решением проблемы сохранения и копирования методик и научных технологий — ремесленники и алхимики поначалу с осторожностью отнеслись к новшеству. Однако после того как итальянский алхимик, металлург и архитектор эпохи Возрождения Ванноччо Бирингуччо в 1540 году доверил печатному станку свой трактат «Пиротехния» (Pirotechnia), отношение алхимиков к новым информационным технологиям изменилось (правда, Леонардо да Винчи так и не решился напечатать свои труды и трактаты при жизни). Работу Бирингуччо можно считать первой изданной книгой по химии, она сдерживала мистическую завесу с огромного количества технологий — от литья церковных колоколов до получения дымного пороха. Успех «Пиротехнии» показал, что печатный станок можно использовать не только для тиражирования Святого Писания или разоблачающих памфлетов, и вскоре стали выходить все новые и новые печатные книги с рецептами алхимиков.

В XVII веке появился новый стиль технических публикаций — начали издаваться книги, содержавшие не только набор технологий производства тех или иных химических продуктов, но и попытки объяснить эти технологии с помощью теоретических воззрений, существовавших в те времена. В XVIII веке, когда университетов становилось все больше и в них начали преподавать химию, появилась



Леопольд Гмелин

новая разновидность напечатанных книг, посвященных химической тематике: их можно назвать первыми учебниками по прикладной химии. Зачастую кроме химии в них излагались основы медицины, как это, например, делал Герман Бургаве из Лейденского университета, или минералогии — эту дисциплину включал в свои работы Торбен Бергман из университета Упсалы. Появление учебников, конечно, позволяло и студентам, и людям, занимавшимся практической химией, быть в курсе новых открытий, но и тиражирование этих книг создавало определенные проблемы. Основная сложность заключалась в том, что до XIX века в химии не было единого мнения по поводу того, как называть химические вещества, в то время как линнеевская единая классификация растений и животных появилась еще в 1735 году.

Развитие химии увеличило количество новых веществ, и это обстоятельство побудило нескольких авторов составлять химические словари. Первым, кто написал такую книгу, был Пьер-Жозеф Макер, его словарь напечатан на французском языке в 1766 году, а год спустя Джеймс Кейр перевел его на английский язык. В 1789 году Кейр издал собственный словарь, а в 1795 году Уильям Николсон, конкурируя с Кейром, опубликовал свой, который переиздавали до 1853 года. Однако из-за нарастающего количества новых химических открытий информация в таких источниках быстро устаревала.

Попытку разрешить ситуацию предпринял шведский химик Якоб Берцелиус. Его альманах «Arsberättelse om Frangstegen i Physik och Chemie» («Ежегодный доклад о прогрессе в физике и химии») издавался с 1822 по 1845 год на шведском, французском и немецком языках и был ценным подспорьем для европейских ученых. Но Берцелиус описывал прогресс в химии весьма избирательно — обладая скверным характером, он весьма пренебрежительно (а иногда и унижительно,

и не стесняясь в выражениях) отзывался о теориях, которые не совпадали с его собственными воззрениями. Поэтому «Руководство...» Гмелина оказалось весьма кстати и очень быстро получило признание как ценный образец химической литературы. Некролог Гмелина, опубликованный в ежеквартальном журнале Лондонского химического общества в 1855 году, поясняет причину этого признания: «Другие люди, писавшие о химии, в действительности располагали большой объем материала в систематическом порядке; но, если говорить о полноте, достоверности подборки и связности расположения материала, "Руководство..." Гмелина не имеет себе равных».

Один из Гmeliнов

Такой подход и такие навыки систематизации достались Леопольду Гмелину не только как носителю немецкой педантичности и туманной учености — к химии он был причастен с молодых лет, поскольку многие в его роду занимались химией, фармацевцией и медициной. Родоначальником химической династии Гmeliнов был Иоганн Георг Гмелин (ок. 1674—1728), аптекарь в немецком городе Тюбингене. Один из сыновей Иоганна Георга, тоже Иоганн Георг (1709—1755), даже какое-то время преподавал химию в России, откуда в 1745 году вернулся в родной город, заняв должность профессора медицины в Тюбингенском университете.

После смерти Иоганна Георга Гмелина-младшего заведующим кафедрой медицины в Тюбингене стал его брат, Филипп Фридрих Гмелин (1721—1768); кроме медицины он преподавал ботанику и химию. Сын Филиппа Фридриха, Иоганн Фридрих (1748—1804), в 1772 году получил должность доцента в Тюбингенском университете, но спустя три года подался в Геттингенский университет, где в 1780-м дослужился до полного профессора

(одновременно химии и медицине). В 1788 году в Геттингене родился сын Иоганна Фридриха — Леопольд Гмелин.

Окончив в 1804 году Геттингенскую гимназию, Леопольд на несколько месяцев вернулся в родовое гнездо Гmeliнов, в Тюбинген, где работал в семейном фармацевтическом деле, попутно посещая лекции в университете, однако систематическое образование решил приобрести все же в Геттингене. Получив степень бакалавра Геттингенского университета в 1809 году, он снова переехал в Тюбинген, где начал изучение химии пигментов животного происхождения, которое потом и продолжил в Вене. В 1812 году на основании своих исследований он написал диссертацию и получил степень доктора медицины в Геттингенском университете (по слухам, Леопольду пришлось заниматься научной работой в родном городе и в Вене, так как из-за участия в дуэли его присутствие в Геттингене на какое-то время было нежелательно).

В 1813 году Леопольд отправился в исследовательскую экспедицию в Италию. Во время поездки он проводил геологические изыскания, результаты которых затем опубликовал. После возвращения в Германию он посетил Гейдельбергский университет, где ему предложили прочитать несколько лекций, а затем пригласили на должность приват-доцента. (В немецкой образовательной системе приват-доцент выполнял некоторые функции преподавателя без соответствующей зарплаты, сохраняя право претендовать на звание профессора.) В 1814 году его приняли уже на должность полноценного доцента медицинского факультета Гейдельбергского университета, естественно, с оплатой. Новое назначение не охладило любви к химии и химическим исследованиям. Зимой 1814—1815 годов в компании кузена, Кристиана Готлоба Гмелина, тоже химика (он вошел в историю химии, в 1827 году первым описав красную окраску пламени солями лития), Леопольд посетил Париж. Там оба Гmeliна работали в лаборатории Луи Никола Воклена и встречались с ведущими французскими химиками, в том числе Жозефом Гей-Люссаком и Луи Тенаром.

Весной 1815 года Леопольд вернулся в Гейдельберг уже на должность директора химического института, который в те времена еще оставался подразделением медицинского факультета. Из-за того что



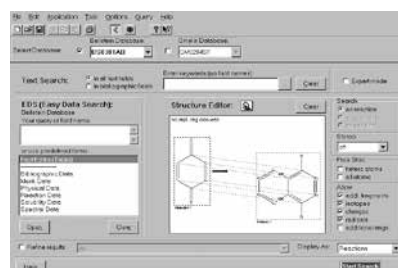
химический институт не был самостоятельным, его материально-техническая база для проведения химических исследований оставляла желать лучшего. Несмотря на это, в 1817 году Леопольд Гмелин отказался от предложения Берлинского университета занять профессорскую должность, освободившуюся после смерти Мартина Генриха Клапрота. Узнав о такой верности Гейдельбергу, администрация университета вскоре повысила Леопольда до полного профессора (одновременно химии и медицины) и выделила ассигнование на оборудование новой химической лаборатории. Вряд ли Леопольд рассчитывал, что отказ Берлину поспособствует его карьере в Гейдельберге, скорее всего, желание остаться было связано с личными причинами.

В 1816 году Леопольд Гмелин женился на Луизе Морер, дочери местного священника. Желание Луизы быть ближе к семье, возможно, и повлияло на решение Гмелина: несмотря на то что предложение Берлинского университета было не единственным за его долгую научную карьеру, он отказывался от всех (порою весьма выгодных) предложений и оставался работать в Гейдельберге до своей отставки в 1851 году. Гмелина высоко ценили и как преподавателя, и как удачливого исследователя. Ставший под его руководством самостоятельным подразделением химический факультет Гейдельбергского университета процветал, а на зарке своей карьеры Гмелин позаботился и о будущем факультета, передав пост декана Роберту Бунзену. Умер он после нескольких сердечных приступов в 1853 году.

Научные работы Леопольда Гмелина были посвящены многим областям естествознания — от изучения химии переваривания пищи до анализа редких минералов. Работая над законами постоянства состава и эквивалентов вещества, Гмелин предложил эквивалентные веса элементов, и его учение об эквивалентах показалось современникам более логичным, чем представления Джона Дальтона об атомных весах. Среди представительного списка соединений, открытых Гмелином, можно отметить таурин $C_2H_7NO_3S$ и гексацианоферрат(III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ (он назвал это соединение «красной кровяной солью», какое-то время его называли «солью Гмелина»). Гмелин — автор некоторых привычных



Первая страница второй части первого издания «Руководства...».



...И современная база данных

нам терминов, наиболее известные из них — «кетон» и «сложный эфир». Все эти открытия, бесспорно, важны, но ни одно из открытий Гмелина не вызвало столь значительного изменения сознания химиков, как его «Руководство».

«Хвала Господу, еще одной кислотой меньше!»

Первое издание эпохального труда Гмелина растянулось на период с 1817 по 1819 год; сначала справочник назывался «Handbuch der theoretischen Chemie» («Руководство по теоретической химии»); впоследствии «Руководство по неорганической химии». Два тома первого издания были посвящены неорганической химии, а в третьем томе рассматривались материалы из тогда еще молодой органической химии. Но быстро ее развитие привело к тому, что в третьем издании справочника (1827—1829) соотношение «неорганика : органика» из 2:1 превратилось в 1:2. Леопольд Гмелин участвовал в пересмотре и изменении содержания своего справочника до самой смерти.

За время профессиональной деятельности Гмелина в теоретических представлениях химии произошло несколько существенных изменений, ведущие ученые много критиковали идеи друг друга, и очень часто отношение к идеям конкурента переносилось на самого конкурента. Язык и тон тогдашних научных споров, что устных, что письменных, сейчас скорее напомнили бы нам обсуждение какого-либо вопроса в социальных сетях, но не дискуссию на конференции или на страницах научных журналов. Самое интересное, что все химики XIX века, независимо от того, чью химическую теорию они в тот или иной момент поддерживали, восприняли справочник Гмелина как авторитетное руководство, равно полезное и для изучающих химию, и для опытных исследователей.

Ключом к успеху «Руководства» послужило несколько факторов. Во-первых, оно было всеобъемлющим для своего времени. В нем была предпринята попытка описать все известные на тот момент элементы и соединения, а также их наиболее важные свойства — насколько это было возможно в ситуации, когда скорость выхода из печати новых книг существенно уступала скорости появления новых открытий. Во-вторых, Гмелин делал все, чтобы не оказаться втянутым в те самые нездоровые баталии, которыми были заняты его современники. В некрологе, уже упоминавшемся, говорится, что «ему удалось смотреть на все в высшей степени объективно, и хотя, естественно, по существу каждого спора он обладал своим собственным мнением, но никогда его не выпячивал, в первую очередь — при составлении «Руководства...». Возможно, умение не участвовать в чрезмерно эмоциональных научных дискуссиях, решать вопросы не эмоциями, а логикой, пришло к Гмелину

после истории с дуэлью, из-за которой он должен был на некоторое время покинуть Геттинген, или, возможно, на его характер повлияла женитьба, точнее, семья жены — все же его тесть был пастором.

Третий фактор, способствовавший успеху «Руководства» Гмелина, — оно было тщательно систематизировано, организация содержания продумана на высшем уровне, и, самое главное, все факты и данные сопровождалась ссылками на оригинальные источники. Основой для создания и модернизации «Руководства» была постоянно пополнявшаяся Гмелином картотека — отдаленный предшественник современной электронной базы данных Gmelin database. Применение картотеки для систематизации уже встречалось в естествознании — тот же Карл Линней, составляя основы классификации растений и животных, использовал карточки. Однако Гмелин не только первым применил этот подход в химии, но и сделал его максимально эффективным. По отзывам современников, ему особо нравилось удалять из картотеки неправильные или дублирующие данные. Так, услышав в 1829 году, что два соединения, считавшиеся разными, оказались одним и тем же веществом, Фридрих Вёлер пошутил, что, когда это дойдет до Гмелина, тот, вероятно, воскликнет: «Gott sie Danke, dass es eine Säure weniger geibt» (Хвала Господу, еще одной кислотой меньше!).

Первый том четвертого издание книги Гмелина, которая называлась уже просто «Руководство по химии» (Handbuch der Chemie), вышел в 1843 году. Гмелин руководил созданием первых четырех томов, но пошатнувшееся здоровье не позволило ему полноценно работать над пятым (напечатанным в 1852 году), и четвертое издание было закончено его помощниками — Карлом Листом и Карлом Краутом, которые ориентировались на рукописные записки патрона. До конца 1870-х годов Краут добавил несколько дополнительных томов к четвертому изданию «Руководства», попутно готовя к печати пятое издание (Гмелин успел его запланировать незадолго до смерти).

Пятое и последующие издания «Руководства» обобщали материал только по неорганической и металлоорганической химии (стоит отметить, что термин «металлоорганическая химия» появился не в 50-х годах XX века, как полагают многие, а на столетие раньше — его ввел в обращение в 1850-е годы синтезировавший цинк-, ртуть- и оловоорганические соединения Эдуард Франкленд). Нишу по систематизации органических соединений заполнил справочник, который начал создавать в 1881 году русский химик Фридрих Конрад (Федор Федорович) Бейльштейн (1838—1906). Дополненные и пересмотренные издания справочника Бейльштейна, так же как и «Руководство» Гмелина, переиздавались и после его смерти.

Gmelin Database

В 1920-е годы задача постоянного пополнения и корректировки справочников Гмелина и Бейльштейна отошла институтам Гмелина и Бейльштейна соответственно. Оба эти института были подразделениями основанного в 1911 году Института развития науки кайзера Вильгельма. В 1925 году в редакции «Руководства» Гмелина начал работать немецкий химик Эрих Пич, в 1936-м он стал главным редактором и оставался ответственным за обновление «Руководства» до расформирования Института кайзера Вильгельма в 1946 году, после чего Институт Гмелина стал подразделением образовавшегося в те времена Института имени Макса Планка.

В 1950-е годы стараниями Пича и его коллег «Руководство» вошло в новую эру — эру обработки данных с помощью механической сортировки перфокарт и передачи данных по телетайпу, но уже тогда было понятно, что рано или поздно такие операции будут выполняться электроникой и компьютерами. В начале 1970-х Марго Беке-Геринг (до того профессор Гейдельбергского университета, ставшая директором Института Гмелина в 1969 году) подписала соглашение между Институтом и издательской корпорацией Springer-Verlag, и позднее издательство в самом деле позволило «Руководству» вступить в век цифровых технологий.

Во второй половине XX века значительные изменения произошли и с печатными изданиями «Руководства», которое с каждым изданием становилось все больше и все полнее. С 1958 года содержание «Руководства» и заголовки разделов начали печатать и на немецком, и на английском, с начала 1980-х языком «Руководства» стал английский. С 1997 года стала коммерчески доступна электронная версия «Руководства» — база данных Gmelin, а с 2009-го эта база данных (вместе с электронной базой данных Beilstein и некоторыми другими) интегрирована в химическую информационную систему Reaxys издательской корпорации Elsevier.

Доступные в сети версии базы данных Gmelin не содержат ряда материалов (в первую очередь диаграмм и таблиц), которые были включены в издания «Руководства», напечатанные до 1975 года, поэтому в библиотеках многих университетов продолжают хранить сотни томов «Руководства», и к ним до сих пор обращаются для прояснения деталей, о которых не получается узнать в Сети. И когда вы в очередной раз запустите на своем компьютере Reaxys, чтобы найти температуру плавления хлорида алюминия или спланировать синтез, вспомните о Леопольде Гмелине, потомке династии химиков и фармацевтов, чей труд облегчает жизнь нам — химикам XXI века.





Издательство «Лаборатория знаний»

КНИГИ

Шарон Моалем

Властелин ДНК

Как гены меняют нашу жизнь, а наша жизнь — гены
Лаборатория знаний,
2017

Перевод с английского:
Дмитрий Щепетов



Автор этой книги — известный американский генетик и врач, научный обозреватель New York Times, автор нескольких научно-популярных бестселлеров и 16 патентов в области биотехнологий. Шарон Моалем рассказывает читателю о связи генетики и медицины, о новом направлении в генетике — эпигенетике, о том, как изменения в нашем геноме, приобретенные в течение жизни, могут передаваться по наследству. Герои его книги — знаменитые спортсмены и актеры, рестораторы и тайские жрицы любви, военные моряки и представители народа шерпа, живущего в Гималаях.

Айдан Бен-Барак

Почему мы до сих пор живы?

Путеводитель по иммунной системе
Лаборатория знаний,
2017

Перевод с английского:
Алексей Капанадзе

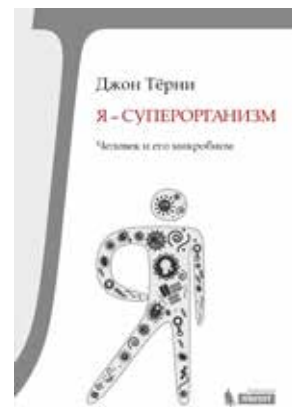


Инфекционные болезни ежедневно убивают множество людей. Возбудители тяжелых недугов атакуют нас каждую секунду, и то, что мы до сих пор живы, — настоящее чудо. А имя этому чуду — иммунная система. Айдан Бен-Барак, израильский микробиолог, работающий в Сиднейском университете, лауреат нескольких премий за лучшую научно-популярную книгу в США и Австралии, приглашает нас в увлекательное путешествие в мир иммунологии. Как устроена иммунная система? Как она находит вражеские бактерии и вирусы, как опознает свои же клетки, но превратившиеся в раковые? Что такое иммунитет? Как работают антибиотики и вакцины? И наконец — что сегодня предлагает нам наука для продления нашей жизни?

Джон Тёрни

Я — суперорганизм
Человек и его микробиом
Лаборатория знаний,
2017

Перевод с английского:
Алексей Капанадзе



Вы в этом мире не один, вы суперорганизм. В каждом взрослом человеке живет около 4 кг самых разных микроорганизмов — бактерий, грибов, вирусов! Для них мы — убежище, дом. Все эти существа вместе образуют то, что ученые называют микробиомом. Если наш микробиом живет с нами в гармонии, мы здоровы и счастливы: пища перерабатывается правильно, иммунная система работает как надо и на душе легко и спокойно. Если же какой-то член сообщества вдруг начинает бунтовать и бурно размножаться или появляется непрошенный гость, к нам приходит болезнь. Человеческий микробиом — живая, подвижная система, о невероятной важности которой ученые совсем недавно и не подозревали.

Несса Кэри

Мусорная ДНК

Путешествие в темную материю генома
Лаборатория знаний,
2017

Перевод с английского:
Алексей Капанадзе



Знаете ли вы, что только 2% нашей ДНК кодируют белки? Многие годы ученые были уверены, что оставшиеся 98% — просто генетическая свалка, хлам. Только в последнее время стало ясно: у этой «мусорной» ДНК невероятно важные функции. К примеру, в ней таятся причины синдрома Дауна и многих других генетических болезней. Здесь спрятаны самые разные регуляторные механизмы, возможно, даже те, что управляют процессами старения. Оказывается, именно величина некодирующей части ДНК отличает человека от других обитателей нашей планеты: у нас этого «хлама» больше! Несса Кэри, доктор вирусологии из Университета Эдинбурга, в своей увлекательной книге рассказывает о самых последних результатах ученых, пытающихся проникнуть в тайны «темной материи» нашего генома.

Подробности см. на сайте
издательства www.pilotz.ru.

Карл Фогт: естествоиспытатель, публицист, революционер

Кандидат биологических наук
С.В.Багоцкий

Пятого июля 2017 года исполняется 200 лет со дня рождения Карла Фогта (1817—1895). Он был яркой фигурой и научной и общественно-политической жизни Европы. Как видный деятель революционного движения, оставил свой след в истории, как исследователь — сформулировал ряд интересных, хотя и не всегда обоснованных идей. Как философствующий публицист и популяризатор науки он оказал большое влияние на научную и общественную мысль своего времени. Может быть, сконцентрировавшись на чем-то одном, он смог бы достичь больших успехов. Но история не знает сослагательного наклонения.

Карл Фогт (встречается также написание Фохт) родился в немецком городе Гисене. Его отец был профессором медицины и пользовался большим авторитетом в научном мире. Вероятно, именно родственные связи дали молодому Фогту возможность поработать в лучших научных лабораториях Европы над самыми разными темами, познакомиться со многими выдающимися исследователями. Он занимался эмбриологией, сравнительной анатомией, палеонтологией, геологией, океанологией, несколько позже — антропологией, был одним из наиболее активных защитников и пропагандистов теории Дарвина.

В середине 1840-х годов молодой исследователь пишет свое наиболее известное сочинение — «Физиологические письма». В этом произведении он впервые демонстрирует свой выдающийся талант популяризатора науки, а также впервые излагает философские взгляды, которые позже получили название «вульгарного материализма».

В первой трети XIX века материалистическая философия в Европе была



не в моде. Главным направлением был идеализм, в рамках которого сформировалась мощная методология анализа сложных развивающихся систем, разработанная Георгом Фридрихом Вильгельмом Гегелем (1770—1831). А природу осмысливали натурфилософы, лидером которых был философ Фридрих Вильгельм Шеллинг (1775—1854).

В молодости Шеллинг посещал кружок молодых немецких интеллектуалов (большая часть, литераторов и гуманистариет), которым руководил естествоиспытатель Иоганн Вильгельм Риттер (1776—1810). Об этом кружке мы недавно писали в статье, посвященной Джону Дальтону (см. «Химия и жизнь», 2016, 9). Главной идеей Риттера была мысль о том, что в природе все связано со всем:

свет с химией, тепло с механикой, электричество с магнетизмом и т. д. А раз так, то нет отдельных, независимых друг от друга механики, химии, оптики, науки об электричестве, существует единая научная дисциплина — физика. Наука перестала восприниматься как набор слабо связанных друг с другом фактов, и начало пробивать дорогу представление о том, что за разнообразием фактов лежит относительно небольшое число относительно простых законов. Эта революция распространилась и на биологию. В 1810 году Лоренц Окен (1779—1851), также член кружка Риттера, высказал блестящую идею, что все организмы построены из мельчайших живых блоков, подобных инфузориям, то есть, собственно, из клеток.

Научную революцию начала XIX века делали три категории людей: обычные естествоиспытатели, философствующие естествоиспытатели и философы. Обычные естествоиспытатели тщательно анализировали факты и на основании этого анализа делали выводы. У философствующих естествоиспытателей и философов полет мысли обгонял факты, что не способствовало обоснованности сделанных ими выводов. Неумеренная склонность к философствованию порой становилась тормозом для развития науки.

Логическим завершением научной революции начала XIX века стал закон сохранения энергии. Первым его сформулировал в начале 1840-х годов философствующий врач Роберт Майер (1814—1878), но в такой заумно-отвлеченной форме, что научное сообщество его проигнорировало. Лишь после работ четко мыслящего молодого физика Уильяма Томсона (1824—1907) этот закон был оценен по-настоящему.

Реакцией на засилье идеализма и натурфилософии стало появление интеллектуального течения, которое Фридрих Энгельс (1820—1895) значительно позже назвал «вульгарным материализмом». Используется и более политкорректный синоним «естественно-научный материализм».

Этому течению свойственны:

- признание объективности и первичности природы;
- признание приоритета науки над философией и скептическое отношение к философии вообще;
- признание материальной основы психических процессов;
- использование упрощенных моделей для объяснения окружающего мира;
- упрощенное представление о человеческой психике и устройстве общества;
- отрицательное отношение к религии.

Лидером этого течения и стал Карл Фогт. Именно ему принадлежит знаменитое высказывание: «Мысль находится почти в таком же отношении к головному мозгу, как желчь к печени или моча к почкам». Чуть позже к нему присоединились немецкий естествоиспытатель Людвиг Бюхнер (1824—1899) и голландский физиолог Якоб Молешотт (1822—1893). И Фогт, и Бюхнер, и Молешотт были блестящими популяризаторами, их произведения вдохновили на занятия наукой многих молодых людей.

Сочинения естественно-научных материалистов оказали большое влияние на российское юношество 1860—1870-х годов. Так же, как статьи Дмитрия Ивановича Писарева, которого не без оснований называют одним из трех, наряду с Петром Великим и М.В. Ломоносовым, отцов-основателей российской науки. Взгляды Писарева были близки к взглядам Фогта, Бюхнера и Молешотта, хотя в политическом отношении он придерживался более радикальной позиции. Некоторые статьи Д.И. Писарева (например, «Пчелы») явно были написаны под влиянием работ Фогта.

Яркие статьи Д.И. Писарева привлекли в науку многих молодых людей, что обеспечило настоящий взлет российской науки в конце XIX века. Среди исследователей того поколения следует вспомнить климатолога Александра Ивановича Воейкова, географа и основоположника анархизма князя Петра Алексеевича Кропоткина, физиолога растений Климента Аркадьевича Тимирязева, почвоведом Василием Васильевичем Докучаевым, этнографом Николаем Николаевичем Миклухо-Маклаем, физиком Николаем Алексеевичем Умовым, геологом Александром Петровичем Карпинским, физиологом Иваном Петровичем Павловым, кристаллографом Евграфом Степановичем Федоровым. И много позже работы Фогта, Бюхнера и Молешотта вместе со статьями Д.И. Писарева привлекали в науку немало талантливых людей.

Главным противником вульгарного материализма в России был Федор

Михайлович Достоевский. Недаром в романе «Бесы» поклонником этого течения мысли он делает безумного подпоручика, укусившего командира. «...В последнее время он замечен был в самых невозможных странностях. Выбросил, например, из квартиры своей два хозяйских образа и один из них изрубил топором; в своей же комнате разложил на подставках, в виде трех налоев, сочинения Фохта, Молешотта и Бюхнера и пред каждым налоем зажигал восковые церковные свечи. По количеству найденных у него книг можно было заключить, что человек он начитанный». Сходных взглядов придерживаются и другие антигерои «Бесов».

Достоевского решительно не устраивал примитивный взгляд представителей этого направления на человеческую психику и мотивы человеческого поведения. И здесь Достоевский был во многом прав.

Наряду с вульгарным материализмом в 1840-х годах начали формироваться и другие, более глубокие формы материализма. Создавали их люди, получившие хорошее философское образование и не увлекающиеся упрощенными идеями. Среди их создателей следует отметить Людвигу Фейербаху (1804—1872) и Карла Маркса (1818—1883). В эти же годы начал развиваться и позитивизм, полагавший, что задача науки заключается не в поиске истины, а в описании экспериментальных фактов. Его создателем был Огюст Конт (1798—1857). Такая позиция для Фогта, Бюхнера и Молешотта была совершенно неприемлемой. Они считали, и не без оснований, что задача науки заключается в поиске истины и что исследователю, равнодушному к истине, следует сменить профессию.

В 1847 году Карл Фогт получил кафедру зоологии в родном городе Гиссене. Казалось бы, его будущая судьба определилась. Но тут в Германии началась революция, и молодой увлекающийся профессор, разумеется, не мог остаться в стороне. Он принимает участие в революционной





А.И.Герцен

борьбе, избирается депутатом Национального собрания. После поражения революции его заочно приговорили к смертной казни, и он был вынужден бежать в Швейцарию.

В начале 1850-х годов Карл Фогт некоторое время работает в Ницце, изучая фауну Средиземного моря. Именно там он подружился с Александром Ивановичем Герценом (1812—1870) — познакомились они несколько раньше. «Это не только светлый ум, но и самый светлый нрав из всех, виденных мною», — так пишет о нем Герцен в «Былом и думах». И далее: «В Ницце Фогт принялся с необыкновенной ревностью за дело... Покойные, теплые заливы Средиземного моря представляют богатую колыбель всем frutti di mare («плоды моря» — так по-итальянски называются морские беспозвоночные, прежде всего моллюски. — Примеч. ред.), вода просто полна ими. Ночью бразды их фосфорного огня тянутся, мерцая, за лодкой, тянутся за веслом, салпы (имеются в виду салпы — оболочечники. — Примеч. ред.) можно брать рукой, всяким сосудом. Стало быть, в материале не было недостатка. С раннего утра сидел Фогт за микроскопом, наблюдал, рисовал, писал, читал и часов в пять бросался, иногда со мной, в море (плавал он как рыба); потом он приходил к нам обедать и, вечно веселый, был готов на ученый спор и на всякие пустяки, пел за фортепьяно уморительные песни или рассказывал детям сказки с таким мастерством, что они, не вставая, слушали его целые часы». Старший сын А.И.Герцена, Александр Александрович, выбравший специальность физиолога, был учеником Фогта.

После Ниццы Фогт возвращается в самую свободную по тем временам европейскую страну — Швейцарию,

становится профессором Женевского университета, в котором и работает до старости. Некоторое время он даже занимает пост ректора. После смерти Фогта перед зданием университета установили его бюст.

Своеобразным итогом «средиземноморского» периода в жизни Фогта стали научно-популярный труд «Океан и Средиземное море» и учебник зоологии под названием «Зоологические письма»

Интерес Карла Фогта к эволюционной проблематике возник в еще 1844 году. После публикации в 1809 году «Философии зоологии» Жана-Батиста Ламарка (1744—1829) в науке начала свое существование идея биологической эволюции, согласно которой живые организмы могут со временем изменяться и одни виды произошли от других. Подобные идеи отстаивали не только биологи, но и ученые, работавшие в других областях, в частности, великий физик Андре Мари Ампер (1775—1836).

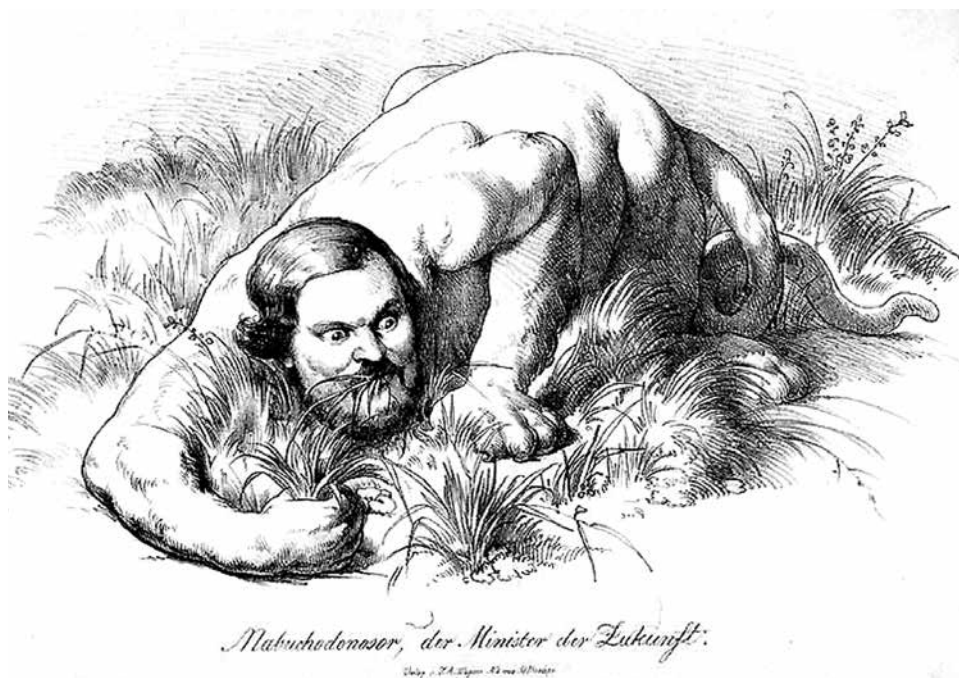
Фактическим подтверждением идеи об эволюции могло служить обнаружение общих глубинных черт строения у больших групп ныне существующих организмов. И действительно, французский зоолог Жорж Кювье (1769—1832) показал, что всех животных можно разделить на четыре группы, представители каждой из которой построены по единому плану. К первой группе Кювье относил позвоночных животных, ко второй — членистоногих и кольчатых червей, к третьей — моллюсков, к четвертой — губок, кишечнополостных, иглокожих.

Другой французский зоолог, Этьен Жоффруа Сент-Илер (1772—1844), убежденный в том, что одни животные произошли от других в процессе эволюции, попытался свести четыре плана строения животных к одному. Для этого ему пришлось вести ряд сомнительных предположений. Так, членистоногих Сент-Илер считал позвоночными, вывернутыми наизнанку, а моллюсков — позвоночными, сложившимися вдвое.

В 1832 году между Кювье и Сент-Илером состоялась знаменитая дискуссия на тему о том, можно ли четыре плана строения животных свести к одному. В этой дискуссии Кювье без особого труда показал фантастичность предположений своего противника и одержал убедительную победу. После этого идея эволюции, стоявшая за взглядами Жоффруа Сент-Илера, потеряла популярность.

Кажущееся экспериментальное опровержение правильной идеи произошло в те же годы в химии. В 1816 году Уильям Праут, сравнив атомные веса нескольких химических элементов, показал, что они кратны атомному весу атома водорода. Отсюда он сделал вывод, что атомы разных элементов построены из разного числа одинаковых кирпичиков, а атом водорода — из одного кирпичика. Однако в 1820-х годах выяснилось, что атомный вес хлора не кратен атомному весу водорода, и от красивой гипотезы пришлось отказаться. Тем не менее Праут был на

Карикатура, где эволюционист Фогт изображен в виде библейского царя Навуходоносора — получеловека-полуживотного, поедающего траву. Страсти кители нешуточные...



верном пути. Атомные веса элементов зависят от числа протонов и нейтронов в ядре. Но бывают элементы, в атомах которых число протонов одинаково, а нейтронов — разное; они относятся к одному и тому же элементу, но имеют разный атомный вес. А в экспериментах химиков определяются средние атомные веса. Так, у хлора два стабильных изотопа: с массовым числом 35 (доля его содержания 75,78%) и 37 (24,22%), отсюда и возник некруглый атомный вес между 35 и 36. Но это стало понятным только в XX веке.

Несмотря на непопулярность идеи эволюции, в 1844 году англичанин Роберт Чемберс (1802—1871) выпустил книгу «Следы естественной теории творения», в которой пропагандировал эволюционные идеи, хотя и не предлагал конкретного механизма эволюционных изменений. Книга вызвала большой шум. Карл Фогт принял в дискуссии активное участие на стороне Чемберса и даже перевел его книгу на немецкий язык.

После появления «Происхождения видов» Чарльза Дарвина Фогт встал в первые ряды защитников дарвинизма. В некоторых отношениях Фогт был радикальнее Дарвина. До поры до времени Чарльз Дарвин высказывался о происхождении человека с осторожностью, в то время как Фогт с самого начала считал человека продуктом биологической эволюции. В своих публичных лекциях в Невшателе в 1862 году он шокировал слушателей фразой: «Человек произошел от обезьяны».

Достоверно неизвестно, кто и когда на самом деле первым произнес эту скандальную фразу. По одной из версий, это был — задолго до Дарвина — Джеймс Бернетт, лорд Монбоддо (1714—1799). Эксцентричный шотландский аристократ, высокопоставленный юрист, Джеймс Бернетт в свободное от служебных занятий время увлеклся разными науками. В центре его интересов было языкознание, в частности он одним из первых предположил, что языки формируются в процессе эволюции и одни языки происходят от других. Эволюционные идеи Монбоддо пытался распространить и на биологию. Он высказал мнение, что человек и шимпанзе принадлежат к одному виду и человек — видоизменившаяся со временем разновидность шимпанзе. При этом лорд Монбоддо считал, что представители негроидной расы стоят к шимпанзе гораздо ближе, чем европеоиды.

Возможность происхождения человека от обезьяноподобных предков допускали Дени Дидро (1713—1784), Иммануил Кант (1724—1804), Жорж

Бюффон (1707—1788) и другие мыслители и исследователи. Чарльз Дарвин открыто присоединился к этой точке зрения только в 1871 году.

Фогт высказал ряд убедительных для своего времени аргументов в пользу этой идеи. Одним из таких аргументов была микроцефалия — редкое врожденное заболевание, при котором череп и головной мозг на всю жизнь остаются маленькими. По мнению Фогта, больные микроцефалией воспроизводят признаки человеческих предков, которые ходили на двух ногах, а интеллектом не превосходили обезьян.

Ко времени появления «Происхождения видов» науке уже были известны неандертальцы. Однако их мозг по размеру был сопоставим с человеческим, хотя некоторые его части (например, лобные доли) были развиты слабее. Фогт предсказал, что в недалеком будущем найдут и останки человекоподобных существ с маленьким мозгом. Это предсказание сбылось: в 1891 году был найден питекантроп, а в 1920-х годах — австралопитеки.

По своим политическим взглядам Карл Фогт был левым буржуазным демократом. В то же время он резко отрицательно относился к социализму, считая его противоречащим природе человека.

Репутации Карла Фогта в СССР сильно повредил конфликт с Карлом Марксом. История этого конфликта такова. В 1859 году Карл Фогт опубликовал книгу «Исследования о современном положении Европы», в которой одобрял внешнеполитические курсы режима Наполеона III и Российской империи. Эти публикации вызвали резко отрицательную реакцию в кругах немецких революционных эмигрантов, разнесся слух, что они были оплачены правительством Франции. Друг и соратник Маркса Вильгельм Либкнехт (1826—1900) пересказал эти слухи в газетной статье (чего, безусловно, делать не следовало).

Фогт обиделся и опубликовал за свой счет брошюру, в которой написал много неприятного о Марксе и его соратниках. После этого к военным действиям перешел Маркс. Для начала он подал на Фогта в суд, однако суд иска не принял. И тогда Карл Маркс начал писать большую книгу «Господин Фогт». В этой книге он высказал немало интересных идей о международной политике своего времени, но личные выпады и обвинения книгу, безусловно, не украшают. Мудрый Фридрих Энгельс пытался успокоить своего друга и убедить его в том, что тратить время и нервы на подобные дискуссии не следует, а лучше



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

сосредоточить свои силы на работах в области политической экономии. Но тщетно.

Все это напоминает известную историю о том, как поссорились Иван Иванович с Иваном Никифоровичем. Искать правых и виноватых в такой ситуации бессмысленно: обе стороны проявили себя далеко не лучшим образом.

Карл Фогт обладал исключительным педагогическим талантом и талантом популяризатора. Он умел просто и четко излагать суть достаточно сложных проблем. Если бы Фогт жил в наши дни, то журнал «Химия и жизнь» был бы, наверное, счастлив видеть его среди своих авторов.

Свойственная Фогту склонность разбрасываться, несомненно, помешала ему в полной мере реализовать свои выдающиеся научные способности. Он высказывал много интересных идей, но довести их до логического конца у него не хватало терпения.

«Он прожил жизнь деятельно и беззаботно, нигде не отставая, везде в первом ряду; не боясь горьких истин, он так же пристально всматривался в людей, как в полипы и медузы, ничего не требуя ни от тех, ни от других, кроме того, что они могут дать. Он не поверхностно изучал, но не чувствовал потребности переходить известную глубину, за которой и оканчивается все светлое и которая, в сущности, представляет своего рода выход из действительности. Его не манило в те нервные омуты, в которых люди упиваются страданиями. Простое и ясное отношение к жизни исключало из его здорового взгляда ту поэзию печальных восторгов и болезненного юмора, которую мы любим, как все потрясающее и едкое. Его ирония, как я заметил, была добродушна, его насмешка весела; он смеялся первый и от души своим шуткам, которыми отравлял чернила и пиво педантов-профессоров...»

Так написал о Карле Фогте его друг Александр Иванович Герцен.





Встречи с увиденным и неувиденным

Доктор химических наук

Л.В. Каабак,

профессор, член Русского географического общества.

Когда энтомолог рассказывает о своих путешествиях, главными героинями историй, естественно, оказываются бабочки. Но бывают и другие встречи, не всегда безопасные.

В горах

В страхе больше зла, чем в самом предмете, которого боятся.

Марк Туллий Цицерон

В кишлак Караалма, затерявшийся в лесах грецкого ореха в отрогах Ферганского хребта, я приехал в первые дни июля 1980 года из Джалалабада. Выбор места в значительной мере определил рассказ «Караалма» выдающегося геоботаника и замечательного писателя профессора К.М. Станюковича. По его прочтении я понял, что если на земле есть рай — находится он именно здесь.

Мой добрый знакомый Тургунали Базаров оказался дома. Радостная встреча, традиционные угощения, расспросы о жизни, о здоровье... Ближился полдень, и я стал торопливо вытаскивать из рюкзака сачок. Хотелось подняться на гору недалеко от поселка. Узнав о таком маршруте, Тургунали посоветовал взять его ружье: именно там появилось много кабанов, теперь у них

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

поросята, и встреча с секачом опасна. Отвечаю, что мне хватит и сачка.

Тропинка поднимается в зарослях кустарника между высокими, с густыми кронами деревьями грецкого ореха, затем уходит в яблоневый лес, усыпанный небольшими зелеными плодами, и наконец выводит меня на безлесный, залитый солнцем склон горы. Сразу бросились в глаза высокие свечи нежно-розовых эремурусов. Над усыхающим, но местами еще цветущим разнотравьем летают чудесные крупные бабочки. Это — бризеиды. Их коричневые крылья украшает широкая светлая, почти белая перевязь.

Чем выше — тем суше травы. Бабочки уже не встречаются. Затерялась и тропинка. Высота около 2300 метров над уровнем моря.

Помня предупреждение Тургунали о кабанах, я постоянно прислушивался, не раздастся ли похрюкивание или повизгивание. Но услышал я совсем не то, что ожидал. В двух шагах впереди, снизу, возник странный звук: то ли скрип, то ли потрескивание-стрекотание. Я глянул в его сторону и увидел гигантскую, почти черную фалангу. Волосатое чудовище, приподняв переднюю часть туловища, угрожающе выставило хелицеры с мощными раскрытыми клешнями, длинные щетинистые педипальпы и передние ноги. А звук издавали хелицеры при трении друг о друга.

Я видел немало фаланг в Туркмении. Все они были песочного цвета, желтоватые или светло-коричневые. Да и величиной сильно уступали сидевшему передо мной животному с туловищем длиной не менее семи сантиметров. Я понимал, что экземпляр крайне интересный, но поймать, да еще и сохранить убитую громадную фалангу я не мог: у меня не было ни морилки нужного объема, ни необходимого количества спирта. К тому же я испытываю арахнофобию — боязнь пауков. Вспоминаю и то, что, нападая, крупные фаланги могут совершать метровые прыжки.

Злясь на себя за страх перед омерзительным существом, решаю, что этот страх человеку проявлять негоже. И я не стал

обходить фалангу, как хотелось, а перешагнул через нее, правда, как можно выше поднимая ноги. Продолжение экскурсии уже не доставляло никакого удовольствия. Чтобы снова не столкнуться с таким созданием — все время смотрел под ноги. Только бабочки смогли бы развеять мрачное впечатление от встречи с фалангой. Но их не было. На вершине, на высоте около 2600 метров, разместились несколько низкорослых березок да одиноко порхал слегка полётанный махаон.

Из Караалмы я уехал первым же автобусом.

Через четыре года, на сей раз на Восточном Памире я еще раз увидел фалангу.

Весь день в поисках бабочек я лазал по крутым склонам скального массива Мынхаджир. В лагерь геологов «Заречное» спустился к вечеру. В это же время туда из Мургаба пришел грузовик с ребятами, которые направлялись в свою геологоразведочную партию в горах Ак-Бура, километрах в сорока южнее Мынхаджира. Они пригласили и меня, и через пару часов, затемно, мы покинули «Заречное». Ехали бездорожьем, по каменистой высокогорной пустыне. В крытом кузове нас жестоко трясло и кидало. На месте оказались после полуночи. Никогда я не испытывал такой усталости.

В круглой палатке на десять мест мне выделили раскладушку. И тут при свете фонарика я увидел на потолке крошечную фалангу, бесцветную и почти прозрачную. Ее длина вряд ли превышала сантиметр. Это и неудивительно: высота над уровнем моря здесь достигает 3800 метров. Никакого страха перед такой малюткой у меня, конечно, не было. Оставалось стряхнуть ее в пузырек со спиртом. Но неожиданно припомнилась громадная черная фаланга на горе под Караалмой, и появилось то же отвращение, какое я там испытал. И я не стал трогать «малютку».

С тех пор прошло много лет. Теперь я жалею, что не взял двух фаланг, особенно — памирскую. Ведь о высокогорных фалангах мы знаем очень мало. Но природа обычно не повторяет предоставленных нам ранее возможностей.

В джунглях

Быстрый взгляд искоса — вот и все, чем он меня удостоил. Правда, я не стремился привлечь особого внимания, но от такого полного пренебрежения мне просто становилось неловко.
Фарли Моуэт.

Южная Америка, Гайана. Апрель 1999 года. Наконец, после недели ежедневных поисков, километрах в шести от моего бунгало на берегу реки Эссекибо нахожу место обитания шести из семи живущих в Гайане видов морфо. Здесь под острым углом пересекались две лесные дороги. По первой один-два раза в неделю проезжала машина в Варапуту и обратно. Другая, заброшенная, быстро зарастала. Метрах в пятидесяти от пересечения дорог их соединяла просека, покрытая редким кустарником и затененная сомкнутыми кронами деревьев.

В течение семи дней каждое утро, без четверти восемь, я приходил на пересечение просеки с заброшенной дорогой. И хотя уже начался сезон дождей, облака скрывали солнце совсем ненадолго.

Оказалось, морфо каждого вида летают в определенное время дня и продолжительность их лёта в разные дни почти не изменяется.

На четвертый день наблюдений с просеки за морфидами подхожу ранним утром к облюбованному мной месту и обнаруживаю, что у него есть хозяин — ягуар, старательно затоптавший мои следы. Следующим утром я заметил непрерывную цепочку его следов на дороге, за полкилометра до своего «поста». А самого желтовато-серого, в темных пятнах зверя с толстыми лапами и хвостом увидел сразу за поворотом, метрах в тридцати. Вероятно, он был молод — размером с крупную собаку. У взрослого ягуара длина тела достигает двух метров. Несмотря на молодость, держался он, как и подобает хозяину, с достоинством: при моем приближении, не спеша, казалось бы не обращая на меня внимания, спокойно свернул с дороги в кусты.

Все же другие животные — разнообразные ящерицы, даже полутораметровые игуаны, небольшой олень, изящные свинки пекари, кошки на длинных тонких ногах, обезьяны и змеи — при встрече стремительно удирали.

Идите — не идите...

Не то, что мните вы, природа.

Не слепок, не бездушный лик.

В ней есть душа, в ней есть свобода,

В ней есть любовь, в ней есть язык.

Ф. Тютчев

Африка. Приэкваториальный юг Камеруна. Февраль 2004 года. Солнце еще не скрылось за лесом, когда мы с Андреем Сочивко съехали на приглянувшуюся утром полянку на берегу скрытой зарослями реки Мборо. Сплошная утром серая облачность рассеялась, и мы, не разбивая лагеря, сразу отправились в лес. По своему обычному маршруту иду к небольшой заброшенной полянке-плантации. Здесь я никогда не встречал человека. Зато бабочки там — крупные и эффектные.

Едва выхожу на полянку, как раздаётся чистый, отчетливый детский голосок птицы: «Идите, идите, идите...» Советчицу не послушал и увидел нескольких новых для себя бабочек. На следующий день, 1 марта, знакомый голосок я услышал на тропинке к полянке. Приказ противоположный: «Не идите, не идите...» Мистика какая-то. Рассказал Андрею — он скептически улыбнулся. Я бы отреагировал так же, но что слышал, то слышал.

А может, надо было послушаться?

Таежные встречи

И вдруг меж корней

в травяном горизонте

Вспыхнула призраком вихря

Золотая. Закатная. Усатая, как солнце,

Жаркая морда тигра!

Илья Сельвинский

Уже в первые два летних сезона сбора бабочек в уссурийской тайге (1976—1977) я услышал от таежников немало захватывающих историй о встречах с крупными обитателями леса. Те немногие, кому посчастливилось увидеть «хозяина» — тигра, говорили о паническом ужасе, который охватывал их, даже когда они замечали его вдали.

Я понимал их: в музее Арсеньева во Владивостоке сам любовался чучелом фантастически прекрасного яркого чудовища длиной от носа до хвоста около трех метров. Ведь амурский тигр, обитатель уссурийской тайги, самый крупный из всех подвидов тигра. Думаю, страх перед гигантской кошкой сохранился у нас в подсознании с той поры, когда саблезубые тигры во мраке пещер нападали на наших предков.

Мне очень хотелось увидеть на воле это великолепное существо, но я и побаивался такой встречи, потому что не знал ответа на вопрос: не умру ли я от первобытного страха, когда в тайге увижу тигра, да еще если при этом он на меня рявкнет или зарычит.

Собирая бабочек, я каждый день совершал переходы в Новогордеевку через хребет Восточный Синий или в соседнюю Еловку. На новогордеевском маршруте уловы были интереснее, но и Еловка меня привлекала — благодаря вкуснейшим пельменям, которые раз в неделю в леспромпхозовской столовой готовила очень милая повариха. И вот в такой «пельменный» день я направился в Еловку. Путь не длинный — километров восемь.

Дорога идет через невысокий перевал, лесом, мимо цветущих полянок и густых зарослей, над которыми на десятки метров возвышаются деревья-великаны разреженного верхнего яруса: корейские кедры, пихты, ильмы. Я любовался чудесными таежными бабочками: огромными темно-синими хвостоносцами Маака, яркими переливницами, из которых выделялись крупные,

вспыхивающие на солнце синим сиянием переливницы Шренка. Почти касаясь, меня облетали любопытные оранжевые с бархатисто-черным узором сефизы. На цветы плавно опускались великолепные перламутровки элла.

Забавные бурундучки сидели у дороги метрах в тридцати — сорока друг от друга на высоких толстых стеблях травы или кустарника. Они наблюдали за мной, явно переживая мучительную борьбу страха с любопытством, и спешно сбегали в траву, только когда я подходил совсем близко. Часто и всегда неожиданно из придорожной травы, почти из-под ног, с резким шумом взлетали куропатки.

Лес кончается. Подхожу к ручейку, пересекающему дорогу. На мокром песке у ручья тесно сидят десятки хвостоносцев Маака. Они пьют прохладную влагу. Их громадные шелковисто-черные с синим и зеленым отливом крылья трепещут, четко выделяются подрагивающие длинные изящные хвостики на задних крыльях. Потревоженные бабочки взлетели все сразу и зависли надо мной темной, кружащейся, вспыхивающей синими отблесками тучкой, сбрасывая, как дождик, капельки воды, золотистые на солнце.

Поляну между опушкой и Еловкой я прошел за несколько минут.

«Вы тигра встретили?» — спокойно спросила повариха, как только я, сглатывая слюну от предвкушения кулинарного чуда, вошел в большую светлую комнату. «Нет», — растерянно ответил я. Оказывается, часа за два до моего прихода у ручья, где я любовался хвостоносцами Маака, с дерева сняли жителя Еловки. Он увидел тигра, взобрался на пихту и просидел на ней несколько часов, во весь голос взывая о помощи, хотя тигр, не обращая на него внимания, сразу удалился. Удовольствия от пельменей я не получил: ведь возвращаться придется той же дорогой.

По мере приближения к лесу тревога нарастала. Я старался успокоить себя мыслью, что тигр никогда не задерживается на одном месте, что он уже ушел за много километров и вообще мала вероятность, чтобы на мне закончился пятидесятилетний период, в течение которого в Приморском крае тигр ни разу не нападал на человека.

На опушке леса, у ручья на влажном песке, замечаю поразительно крупные кошачьи следы. Прислушиваясь к каждому звуку, углубляюсь в лес. От страха стараюсь отвлечься ловлей бабочек. Вдруг сбоку, совсем рядом, раздается резкий шум. В ужасе шарахаюсь и вижу взлетевшую куропатку. И тут с удивлением обнаруживаю, что мне совсем не страшно. Похоже, в момент взлета птицы я истратил весь запас страха и тревоги.

Когда я вернулся в Муравейку, там уже знали о появлении тигра, и женщины даже боялись выходить в огород.

Ранним утром следующего дня отправился в Новогордевку. Ходу около двадцати пяти километров. Шел через Новогордеевский перевал — оттуда, с высоты 700 метров над уровнем моря, так красивы и сказочны таежные просторы, синие и голубые горные дали. Из Новогордевки приехал в Анучино. Здесь, в маленькой одноэтажной гостинице, я давно считал своим самым маломестным — на две койки — номер. На сей раз он оказался завален большими бланками каких-то анкет, среди которых я не сразу заметил молодого человека, очень интеллигентного, даже интеллектуального вида. Познакомились. Я не ошибся. Миша Косой оказался аспирантом Дальневосточного биологического института. Его диссертация была посвящена амурскому тигру. Миша, как и я, живого тигра не видел, но он не видел и его следов. Поэтому информацию о тиграх он собирал у тех, кто их видел, и у тех, кто слушал тех, кто их видел. Этой информацией он и заполнял многочисленные бланки. После того как пара анкет была заполнена моими показаниями, пришла моя очередь задавать вопросы. И я сразу спросил Мишу о том, на что никак не мог ответить сам: умру ли я от страха, если тигр при встрече зарычит или рывкнет на меня. Миша профессионально ответил, что тигры обычно не рычат и не рывкают, а издают очень громкое, мелодичное мяуканье.

День следующий. Поднимаюсь к Новогордеевскому перевалу. Ловлю и наблюдаю исключительных ленточниц — эти редчайшие бабочки здесь встречаются через три — пять метров. Жарко. Пью из каждого ручья у дороги. Недалеко от перевала сворачиваю к очередному водою. Пригревшись цитомордники (ядовитые змеи из рода ямкоголовых) при моем приближении уползают в траву. Осторожно отодвигаю рукой мелких и миролюбивых приморских пчел, облепивших мокрый песок. Опустив в ручей лицо, пью холодную, на редкость вкусную воду. Возвращаюсь на дорогу, подхожу к высоким густым придорожным кустам, а оттуда раздается неправдоподобно громкое басистое мяуканье!

Я замер. Тут же вспоминаю слова Миши о мяуканье тигров. Точность совпадения их с происходящим создает какое-то ощущение нереальности. Испуга не было. Сквозь густую зелень ничего не вижу. Сразу же возникло желание заглянуть туда. Я протянул к кустам руки, но тут меня резануло: «А вдруг — тигрица с тигренком. Защищая его, она может броситься на меня!» Начинается внутренняя борьба. Я знаю, что, если не раздвину кусты и не загляну в них, уважения к себе не прибавится и я всегда буду сожалеть об этом. И мне очень тогда хотелось увидеть тигра. Но любопытству и этому желанию противилась осторожность, а может, и робость. Я стоял, наверное, несколько минут. А мяуканье раздавалось, как из автомата: все с такими же силой, тональностью и интервалами между звуками. Наконец, ругая себя, я стал медленно уходить от мяукающих кустов. Тянуло вернуться.

Десятки лет занятий химией приучили меня по возможности измерять интересующие явления. Мощное мяуканье не ослабло даже метров через тридцать. И только отойдя метров на сто, перестал слышать его.

В начале июля 1979 года я снова в Приморье. Основная моя цель — прекрасная перламутровка пенелопа. К тому времени было известно лишь одно место обитания этой редкой бабочки: скалы над рекой Тигровая в нескольких километрах от поселка Бровнечи.

Вдоль правого берега Тигровой на 250—300 метров высились скалы, местами гладкие, почти вертикальные, а кое-где разваливающиеся, заросшие лесом или уже превратившиеся в крупнокаменистые осыпные склоны. Под скалами, через разреженный прибрежный лесок, змеилась тропинка, окантованная кустами цветущей сорбарии. Нектар ее цветков — лакомство желанных бабочек; кормовое же растение их гусениц, фиалка изменчивая, выбирает именно скальные выходы. Поэтому-то бабочки и держатся скал, не улетают далеко от кормового растения — неслучайно пенелопу называют перламутровкой скал.



Фото: Андрей Социвко

Жаркий солнечный полдень. Близкая река не приносит прохлады. Разморенный влажной духотой, сижу на камне у кустов цветущей сорбарии. Ниже — тропа, где вчера оставили следы тигры. Справа, совсем рядом, плотная стена леса. Надо мной, сзади, — двадцатиметровая скала. На нее ведут каменные плиты, столь высокие, что я поднимаюсь по ним с помощью рук. На скале — коробка для бабочек и фотоаппарат. Я караулю пенелопу, которая спускается со скал подкормиться на цветках сорбарии. Здесь бабочки встречаются, пожалуй, почаще, чем на скалах.

Красных самцов пенелопы в полете трудно отличить от самцов обычной непарной перламутровки. Мимо проносится крупная красная бабочка. Не вставая, ловлю ее на лету, вынимаю из сачка. С разочарованием вижу непарную перламутровку. Но экземпляр оказался очень крупным, и я задумался, взять ли его в коллекцию или отпустить. Чтобы определиться окончательно, нужно решить, стоит ли из-за этой бабочки в такую жару лезть на скалу, к коробке для бабочек. Надо прикинуть подъем. Для этого поворачиваюсь налево, и в то же мгновение справа раздается резкий оглушительный треск, с каким молния бьет над головой. Никогда в жизни не слышал такого громкого звука, да еще так близко!

Судорожно оборачиваюсь направо и вижу громадную, как цистерна, медвежью спину в проеме раздвинутых кустов. Совсем рядом — ближе протанутой руки — короткий толстый хвост, и далеко, метрах в пяти от хвоста, за спиной — огромная голова.

С неожиданной для себя прытью я рванул на скалу. Взяв камень по каменной плите, начинаю понимать, что зверь уходит и упасть не будет. Но все же когда подвернулся увесистый, пуда на два, камень, схватил его для защиты, если медведь вернется. Я бежал вверх без помощи рук! В конце подъема решаю, что медведя стоит пугнуть так, чтобы он больше тут не появлялся. Ведь мне все равно придется ловить пенелопу только здесь: других мест я не знаю. И я со всей силой кинул прихваченный камень со скалы вниз, на ее каменную подошву. И хотя грохот не был столь оглушительным, с каким медведь крушил кусты, запахло кремнистой пылью, а в стороне, куда он ушел, что-то хрустнуло. И тут я с удивлением заметил, что держу в одной руке сачок, а в пальцах другой — перламутровку, даже не поврежденную.

Сразу стараюсь восстановить и объяснить происшедшее. Вероятно, медведь неслышно подошел ко мне справа, сразу после того, как я поймал бабочку. Его размышления относи-

тельно меня были подобны моим относительно перламутровки. Он думал: отпустить ли меня, или... Когда же я повернулся, да еще при этом, наверное, качнул сачком, медведь испугался и шарахнулся в кусты.

Я всегда был уверен, что летом, когда еды достаточно, здоровый хищник никогда не нападает на людей. Поэтому мои действия в значительной степени определялись рефлексами, которые вырабатывались у первобытного человека при встречах с крупными хищниками. Да и не свойственная мне ловкость, с какой я взлетел на скалу, была проявлением каких-то первобытных навыков, скрытых в обычной жизни. Интересно, что с перепугу медведь показался мне значительно крупнее, чем он, конечно, был на самом деле: наземных хищных млекопитающих длиной до пяти метров вообще не бывает. Но у страха глаза велики, вот так и появляются сообщения о четырехметровых гориллах и двадцатиметровых анакондах.

Вечером страх и тревога усилились — ведь завтра на место встречи надо возвращаться. Я представлял, что случилось бы, повернись я в другую сторону, направо, и столкнулся с медведем нос к носу. Вряд ли я смог бы потом поведать эту историю. К тому же память услужливо рисовала мне эпизод из «Царь-рыбы» В.Астафьева, голову человека, оторванную ударом медвежьей лапы. А утром при свете солнца — опасений и тревоги как не бывало. Я провел под скалой еще несколько дней, но мой косолапый знакомый не появлялся. Может, был напуган больше меня?

Наконец, лето 1978 года. Я в тайге у реки Табахеза, в нескольких километрах от Муравейки. Выхожу на узкую лесную поляну, и тут же на ее противоположной стороне, сбоку, из чащи появляются три пятнистых оленя: рогатый самец и безрогие самки. Ярко-коричневые, в светлых пятнышках, они неправдоподобно легко, будто не касаясь земли, проплыли на зеленом фоне леса и остановились напротив меня, метрах в сорока. Никогда я не видел столь грациозных, сказочно прекрасных животных. Неожиданно радость захлестнула меня. Как же мощно красота действует на человека! Не знаю, сколько времени олени стояли, спокойно глядя на меня громадными чудесными глазами. Затем они плавно двинулись с места и растворились в зарослях.

Сорок лет прошло. Вспоминая, уже не испытываю так остро, как прежде, ни волнения перед «мяукающими» кустами, ни потрясения при виде медведя рядом. Но так же, как и при встрече, я счастлив, когда вспоминаю оленей и снова вижу прекрасные, спокойные и мудрые глаза тайги.



О подписке

Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001 Банк: ПАО «Сбербанк», г.Москва,
Номер счета: № 40703810938000000848, к/с 30101810400000000225, БИК 044525225
Назначение платежа: подписка на журнал «Химия и жизнь—XXI век»

Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции.

Стоимость подписки на второе полугодие 2017 года: с доставкой по РФ — 1080 рублей, при получении в редакции — 600 рублей.

*Об электронных платежах см. www.hij.ru.
Справки по телефону (495)722-09-46.*

Унаби

У этого растения много названий: унаби, ююба китайская, жужуба, китайский, или красный, финик. По-латыни — *Ziziphus jujuba*, он же зизифус настоящий.

Что это за культура? Род зизифус относится к семейству крушиновых (Rhamnaceae) и включает около 40 видов деревьев и кустарников. Наибольшее хозяйственное значение имеют два вида: *Z. mauritiana* (ююба индийская) и *Z. jujuba*. Их иногда путают. Индийская ююба — тропический вид, а наш рассказ о ююбе китайской. Это колючее дерево высотой 5—10 м, реже кустарник. Цветочки у него небольшие, желто-зеленые, плод — сочная костянка, круглая или овальная, длиной до 3 см. Один плод весит около 9 г. Плоды появляются в конце июня — июле, в августе их начинают собирать. Незрелая костянка зеленая, цветом и вкусом напоминает яблоко. По мере созревания она становится темно-красной, сморщивается и действительно напоминает финик.

Родина унаби — Южная Азия, в Китае его выращивали еще за четыре тысячи лет до нашей эры, а по некоторым данным — аж за девять. Великое достоинство этой культуры заключается в том, что она выдерживает засухи и зимние холода до -30°C. Поэтому унаби может расти в таких холодных и засушливых местах, где другие фруктовые деревья не выживают. Сейчас ююбу китайскую культивируют в умеренной и субтропической областях Северного полушария: в Южной и Восточной Азии, особенно в сухих районах Северного Китая, на юго-западе Европы, на Кавказе и в Средней Азии, на Ближнем Востоке и в Индии, в Австралии и США.

Чем полезен унаби? Дикий предок культурной ююбы известен — это *Z. spinosa*, так что мы можем оценить результаты селекции. Она превратила растение из куста в дерево, шипов на нем стало меньше, а плодов — больше, и сами они существенно крупнее и слаще дикой формы. Как отмечают китайцы, именно размер плода не оставляет равнодушным сердце покупателя.

Но конечно, не размером единым. Мякоть плодов буквально сочится витамином С: его содержание достигает 200—600 мг на 100 г сырого веса, это в 100 раз больше, чем в яблоках, и в 4—10 раз больше, чем в цитрусах. Концентрация витамина С выше, если ююба растет при недостатке влаги. При этом унаби достаточно сладок. Содержание сахаров, в основном глюкозы, фруктозы, сахарозы, рамнозы и сорбитола, в свежих плодах варьирует от 25 до 35%, а в сухих достигает 72%. Поэтому печеные фрукты или сушеные ломтики ююбы не требуют добавления сахара, чем и хороши для приверженцев здорового питания.

В 100 г свежих плодов заключено 79 ккал, в таком же количестве сушеных — 287 ккал. Плоды содержат до 85% углеводов, пищевые волокна, 0,3—2,5% органических кислот, 2,9% белков, липиды, жирные кислоты, витамин А и многие витамины группы В. Унаби — хороший источник магния, железа, фосфора, калия, кальция, натрия и цинка.

Среди биоактивных веществ отмечают большое количество фенольных соединений, в том числе флавоноидов. В кожуре их в пять-шесть раз больше, чем в мякоти. Ююба — природный источник циклических аденозинмонофосфата (цАМФ) и гуанозинмонофосфата. Эти вещества служат посредниками между действующими на клетку пептидными гормонами и внутриклеточными ферментами. В китайских супермаркетах продаются сироп с цАМФ и пищевые волокна ююбы.

Мякоть плодов — прекрасный источник антиоксидантов для пищевой промышленности, однако тут важно помнить, что активные формы кислорода необходимы для нормального метаболизма, и не переусердствовать.

Фрукт жизни. Плоды, семена, кору и листья *Z. jujuba* и его дикого родича *Z. spinosa* используют в народной медицине с незапамятных времен. Еще в древней китайской книге по лекарственным растениям «Внутренний Канон Желтого Владыки» (Хуан Ди Нэй Цзин), написанной в 475—221 годах до нашей эры, это растение назвали одним из пяти наиболее значимых. Около 60% травяных сборов традиционной китайской медицины включает ююбу. Недаром в Китае ее называют плодом жизни. Унаби используют при лечении диабета, диареи, кожных инфекций, заболеваний печени и расстройств мочеиспускания, при отравлениях молочаем и ожирении, лихорадках, фарингитах и бронхитах, анемии, бессоннице и онкологических заболеваниях. Это успокаивающее средство, оно помогает при депрессии и женской истерии.

Такие удивительные свойства не могли не привлечь внимания исследователей. К сожалению, большинство научных статей на эту тему написано на китайском языке. Современные фармакологические исследования показали, что *Z. jujuba*, вероятно, обладает успокаивающим, противоопухолевым, антиоксидантным и гепатопротекторным свойствами, благотворно действует на иммунную систему и подавляет воспаление, регулирует уровень сахара в крови и сдерживает дифференцировку адипоцитов. Эти эффекты обе-



спечивает биологическая активность тритерпеновых кислот, флавоноидов и антоцианов, полисахаридов и витаминов.

Эфирное масло семян унаби стимулирует рост волос. Этот эффект проверяли на выбритых мышах. Под действием масла у них очень быстро выростала отличная густая шерстка. Только не надо путать ююбу с североамериканским растением *Simmondsia chinensis*, известным как жожоба или хохоба. Его масло, благотворно влияющее на кожу и волосы, представляет собой жидкий воск, который получают из орехов методом холодного прессования. (Подробнее о жожоба см. «Химию и жизнь» 1995, 5.)

подавляющее большинство научных данных о свойствах унаби получено в системах *in vitro* и в экспериментах на животных. Достоверных клинических исследований действия растения и его отдельных компонентов крайне мало, так что появления чудо-средства в официальной медицинской практике мы дождемся нескоро. Значит, придется действовать самостоятельно, следуя китайской поговорке, согласно которой съедающий три ягоды ююбы в день будет молодым до ста лет. Тем более что растение считают нетоксичным и противопоказаний к его применению, кажется, нет.

Собрать и сохранить. Итак, где нам взять наши три ягоды? В России они продаются, правда, стоят дорого. Лидеры по выращиванию унаби — Китай и Корея. Особое внимание этой культуре уделяют в Китае, там насчитывается более 700 сортов, а ежегодный урожай превышает 4 млн тонн. Неудивительно, что первый международный симпозиум, посвященный унаби, состоялся именно в Китае в 2009 году.

Унаби — плод нежный, поэтому ягоды собирают вручную. В то же время и в Китае, и в других странах разрабатывают модели комбайнов, которые позволят сделать уборку менее трудоемкой и, следовательно, более дешевой.

А раз нежный, значит, и скоропортящийся. Чтобы продлить фруктовый сезон, часть плодов собирают недозревшими, и в таком состоянии они хранятся два-три месяца. Но более 90% урожая в Китае высушивают. Традиционно ююбу сушили на солнце, теперь для этого используют горячий воздух. Такой метод позволяет получить плоды стандартного качества. Производители уверяют, что при 60°C унаби не так сильно усыхает и сохраняет больше витамина С, сахаров и других полезных веществ, чем при сушке на солнце.

Есть и другие способы сохранить урожай. Плоды маринуют, варят из них варенье с сахаром и медом и компоты. Чешские ученые даже провели специальные исследования, в ходе которых выяснили, что сладкие консервы (варенье и компот) вкуснее маринадов, а заготовки из спелых плодов лучше, чем из недозревших.

Что еще готовят из унаби? С унаби на кухне обращаются, как со всякой ягодой: едят в свежем виде, засахаривают, сушат, кое-где коптят. Разумеется, варят из них сиропы, джемы и мармелад, тем более что унаби богаты пектинами, добавляют в начинку для пирогов. На Балканах из плодов гонят ракию (фруктовое бренди). Ююба китайская — сырье для производства сока, вина, реже уксуса.

Особое блюдо — паста из унаби. Ее готовят из отваренных плодов с небольшим количеством масла. Сахар можно не добавлять. Такую пасту используют для выпечки или едят как хлеб.

В Корее разработали технологию производства порошка из высушенных плодов. Из него варят кашу, и по вкусу она не уступает традиционному блюду из цельной мякоти. А экстракт из плодов унаби продают в виде порошка для заваривания чая.

И мы хотим такую кашу! Для каши нам понадобятся полчашки сушеных плодов ююбы, чашка проса (по-нашему, пшенной крупы), горсть (четверть чашки) арахиса. Все ингредиенты нужно поместить в кастрюлю или мультиварку, залить шестью чашками холодной воды и, когда она закипит, варить один час на медленном огне. В готовую кашу добавляют сахар по вкусу, а лучше — мед.

Если нет желания промывать пшенку, есть другой вариант. Замочим на ночь четверть чашки черных бобов и полчашки клейкого риса. Утром их высушим и зальем шестью чашками воды. Когда вода закипит, подержим кастрюлю 10 минут на медленном огне, затем добавим примерно 30 г сушеных плодов ююбы с удаленными косточками, и пусть все это булькает еще полчаса. При этом следите, чтобы вода не выкипела. Коричневый сахар или мед добавляем по вкусу.

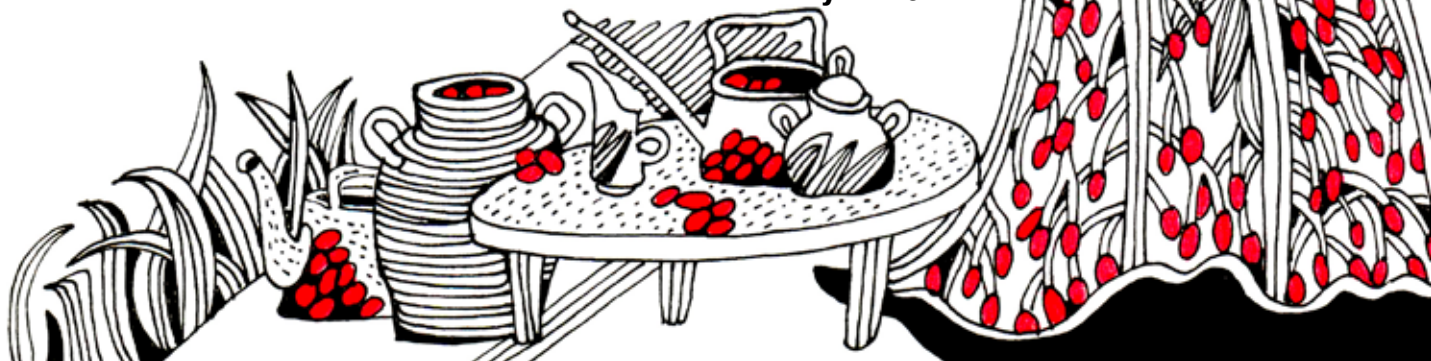
А чай варят из 30 свежих ягод, 2,5—5 см имбирного корня, порезанного тонкими ломтиками, и 2—4 палочек корицы. Все это заливают тремя литрами холодной воды и на медленном огне кипятят 1—4 часа. Чем дольше кипит вода, тем крепче и ароматнее получится напиток. Чай пьют как теплым, так и холодным, добавив для украшения несколько кедровых орешков. В холодильнике он хранится 10 дней.

Н. Ручкина



ЧТО МЫ СЪЕДИМ

Художник Н. Колпакова





Художник Н. Рысс

Птицы небесные

Наталья Анискова

Ветер свистит, воеет, бьется о камни. Швыряет в лицо снежную крупу, норовит соскрести Кай со ступеней и бросить вниз, на гладкие плиты.

— Й-у-у-ш-ш! — свистит ветер.

Кай цепляется за край очередной ступени — та шириной с локоть, но высокая, Кай почти до плеч, — ищет пальцами ног мелкие впадинки, карабкается вверх. Забрасывает тело на каменную площадку и нащупывает новый край.

Кай не знает, сколько времени провела на пирамиде. В висках бьет молотом кровь. Надо успеть. Убить птицу и вернуться. Убить и вернуться. До темноты.

— Й-у-у-ш-ш! — свистит колючий ветер.

Ночью небесные звери смотрели яркими глазами на землю и видели все. Они видели, как металась Кай от своей хижины к знахарке, старой Лой. Как обтирала холодной водой горячее тельце Чикуля. Как сидела, привалившись к жесткой стене, глядя на знахарку. Лой надела черную маску, разрисованную красными змеями, и напевала над Чикулем, прогоняя от мальчика смерть. Она бросила травы в очаг, и по жилищу стлался пахучий дым, выедавая глаза Кай. Знахаркина тень качалась на стене, тряслись ее седые космы и амулеты, колыхались полосы дыма, и казалось, что не будет конца этому танцу.

А потом все остановилось. Умолкла старая Лой, перестала трясти амулетами. Кай вытянула шею и увидела, как Чикуль неподвижно вытянулся на циновке. И небесные звери видели, как безумная женщина раздирала ногтями земляной пол, заходясь в крике.

Знахарка обхватила Кай неожиданно сильными руками и встряхнула:

— Послушай меня. Послушай.

Кай замолчала. Может, Лой знает, как спасти Чикуля?

— У тебя будут еще дети. Ты молодая и сильная, Кай. Ты красивая и ловкая, наши охотники с радостью возьмут тебя в жены. Даже Туун...

О чем говорит эта старуха, выталкивая слова из сморщенного рта, похожего на змеиную пасть? Дети?... Туун?..

Кай родилась и выросла в небольшом селении неподалеку от пустого города Ка'наль. Город опустел настолько давно, что даже старики не помнили, каков он был. Только пирамида жрецов напоминала о Ка'нале, врезаясь в небо длинным черным клыком. Поговаривали, что в городе обитают сейчас души похороненных там людей. И хотя деревенские жрецы не запрещали ходить в Ка'наль, не нашлось бы человека, который по доброй воле отправился туда.

Кай, подобно всем дочерям народа майя, училась вести дом, вышивать и ткать, помогала матери на маисовом поле. В назначенную пору сваха выбрала в мужья Кай молодого охотника Неналья. Девушка перешла в его хижину и стала называться Иш-Кай. Правда, к новому замужнему имени она так и не привыкла. Как и другие жены, Кай разбрасывала по полю маисовые зерна в месяц Пааш, пригибала к низу початки в месяц Сиип, выпалывала сорняки в месяц К'айаб, собирала урожай в месяцы Йашк'ин и Мооль, хозяйничала и ждала двоих — мужа и своего первенца. Неналь возвращался вечерами, и сразу становилось тесно и уютно. Кай мостилась



ФАНТАСТИКА

рядом с мужем и вышивала разноцветными бусинами — то колчан, то рубаху, то платье. Ей легко дались роды, и хватало молока, а сын оказался похож на Неналья, как зерно в початке на соседнее. Так размеренна и правильна была жизнь.

Серая лихорадка, которая унесла родителей Кай и еще половину селения, обошла стороной ее хижину. Но именно в ту пору Кай начала бояться. Погребальные костры ежедневно пылали на берегу, и воздух над селением был плотным и жирным. Пустые жилища распахнули беззубые пасти, будто готовились пожрать еще чью-нибудь жизнь. Кай просыпалась утром и боялась увидеть серые пятна на муже или сыне. В поле она боялась услышать за спиной лающий кашель привязанного сзади Чикуля. Вечером — боялась увидеть осунувшегося Неналья, с трудом бредущего домой. А когда Кай проваливалась в сон, ее затягивало в красно-черную воронку, в которой мелькали чьи-то скрюченные пальцы, оскаленные криком рты, воспаленные глаза.

Но все обошлось. Лихорадка насытилась и отступила, рассеялся смрад погребальных костров, новые семьи заняли пустые хижины. Чикуль встал на ноги, научился бегать и слишком отяжелел, чтобы привязывать его за спиной. Теперь Кай оставляла сына играть с другими детьми на краю поля и приходила туда кормить его грудью, отдыхая от работы.

Так и шли дни, пока не споткнулись. Истерзанное тело Неналья принесли из леса поздним вечером, почти ночью. Кай еще в хижине услышала монотонную песню смерти, которую подхватывали жители селения. Она даже не успела встревожиться, просто вышла и запела вместе со всеми. Разве мог ее ловкий, сильный, легконогий муж попасться ягюару или уступить пуме? Охотники приближались, Кай смотрела на процессию и вдруг поняла, что не видит среди идущих Неналья.

Так закончилась ее прежняя жизнь, от которой остались только сын и расшитый разноцветными бусинами колчан. Конечно, вдова могла снова выйти замуж. И холостые охотники засматривались на высокую, статную Кай, домовитую и способную рожать сыновей. Особенное внимание обратил на нее Туун — один из лучших охотников, умный, сильный и красивый юноша. Он все время старался попасться на глаза Кай, заговорить с ней и смотрел, смотрел жадными глазами. Тем не менее его предложение, как и остальные, с которыми приходила деревенская сваха, Кай неизменно отвергала. После работы в поле она садилась вышивать — уже не для себя, а на продажу, — и ловкие пальцы неплохо кормили их маленькую семью. Кай смотрела на играющего Чикуля и видела маленького Неналья, который скоро вытянется, достанет матери до пояса, затем перерастет ее...

Долго текли похожие один на другой дни, пока и они не закончились. Однажды Кай оставила Чикуля, как обычно, на краю поля, с другими детьми. Она сгибала маисовые стебли, когда услышала крик, обернулась и увидела, как бегут к ней старшие девочки, которые приглядывали за малышами.

Кай бросила початок и рванулась туда, на край поля. Маисовые стебли хлестали ее по рукам, по груди, путались в ногах. — Змея! Змея! — донеслось до нее.

Когда Кай прибежала, Чикуль лежал на земле, белый как полотно, и нога мальчика стремительно распухла. Кай подхватила сына и побежала в селение.

Почему так? Почему змея укусила Чикуля? Почему она не тронула мелкого плаксивого сына Иш-Дай или неуклюжую дочь Иш-Рон? Или других детей? Почему?

Знахарка заговорила, и Кай поняла, что спрашивала об этом вслух.

— Мы не знаем, Кай. Да и сама змея наверняка этого не знала.

Мы не знаем... Бывало, старая Лой вечерами садилась у общего костра и говорила о разных диковинах, которые есть на свете. Послушать ее собирались молодые охотники и девушки, и сама Кай много раз сидела там, ловя каждое слово. Потом знахарку засыпали вопросами, и она иногда отвечала: «Не знаю», качая головой на тонкой шее. Однажды старуха рассказала о небесных птицах, которые живут на вершине пирамиды жрецов и взлетают оттуда еще выше, к небесным зверям...

Кай схватила знахарку за руку и притянула к себе:

— Я принесу каменный глаз.

Лой отпрянула, выдергивая руку, но Кай держала крепко.

— Я принесу каменный глаз, а ты сделаешь все, что нужно.

Теперь сама знахарка подалась ближе и зашептала, обдавая Кай запахом гнилой травы.

— Ты уверена? Ты уверена? Ты помнишь, девочка, что не нужно ходить в Ка'наль? Помнишь? Беду принесешь.

Наутро Кай вышла из хижины и плотно прикрыла вход. Как там будет ее мальчик?..

Кай подошла к жилищу знахарки и стукнула друг о друга висящими на ближнем дереве костями. Старуха выглянула сразу же.

— Скажи мне, как охотятся на этих птиц?

— На небесных птиц никто не охотится, девочка, — ответила старая Лой.

Нельзя смотреть вслед тому, кто идет по запретной тропе — туда, где небо смыкается с камнем. Знахарка отвернулась и задумчиво перебирала сухими пальцами висящие на груди амулеты.

Несмотря на то что в Ка'наль не ходили, в сельве отыскалась тропа. Кай бежала по ней, и каменная громада приближалась, пока не заслонила небо. У подножия пирамиды лежали гладкие плиты, между которыми пробилась редкие травинки. Кай прикоснулась к холодному камню, подняла голову. Наверху клубился густой туман. Она еще раз проверила нож, крепче затянула повязку на волосах и ухватилась за край ступени.

— Й-у-у-у-ш-ш! Й-у-у-у-ш-ш!

Ветер принес снежную крупу, которая сечет лицо и руки, выбивает слезы из глаз. Ступени пирамиды выскоблены дождями, излизаны этим ветром. Кай цепляется пальцами и ногтями, ищет ногами щели и мелкие выступы. Спускаться будет легче. Одна за другой остаются внизу ступени. Верхние постепенно становятся уже. Дышать все труднее, горло перехватывает.

Наконец Кай втолкнула себя на последнюю ступень. Проползла вперед и встала на ноги. На верхнем ярусе пирамиды громоздились камни — с кулак, с голову, в половину человеческого роста. Ничего больше не было вокруг — серые камни, серое небо, мутные клочья тумана. Кай встревожилась. Здесь ли птицы? Тут ведь совсем нечего есть. Она шла, оглядываясь, но не сразу заметила движение сбоку.

Птица сидела неподвижно и косила на Кай любопытным круглым глазом, сверкающим, как черный гладкий камешек.

На голове колыхался студенисто-розовый гребень, похожий на клубок живых червей. Кай приближалась, нащупывая за поясом нож. Птица разглядывала оробевшую женщину. Смотрели на нее и небесные звери, и Кай чувствовала, как давит на плечи этот взгляд. Ко рту прилипла прядь волос. Кай сдула ее и вспомнила ледяной ветер на ступенях пирамиды. Вспомнила о лежащем в хижине Чикуле. Вдохнула и бросилась вперед.

Лезвие скользнуло по жестким перьям раз, другой, Кай схватила из-под ног обломок и ударила. Брызнул соком гребень, теплые капли попали на лицо Кай и потекли вниз. Она ударила снова, и тело птицы обмякло. Пришлось раздробить твердый череп, чтобы добраться до мозга. Наконец Кай отыскала темно-красный переливчатый кристалл. Она положила скользкий камень за щеку, чтобы не остыл, и побрела на край яруса.

Спускаться и вправду было легче. Кай вернулась в селение засветло и бросилась к хижине знахарки, не обращая внимания на людские взгляды.

Старая Лой не пошевелилась, только подняла сморщенные веки, блеснув черными бусинами глаз.

— Фот... — Кай выплюнула на ладонь камень и протянула старухе, — я принесла его.

Знахарка оглядела кристалл и вернула Кай.

— Прячь обратно, девочка. Пойдем.

В хижине Кай было темно и зябко. Она нащупала ледяную руку сына, зажгла огонь в очаге. Лой копошилась рядом, раскладывая зелья. Она требовательно протянула руку, и Кай снова вложила в нее кристалл. А потом и ахнуть не успела, как знахарка взмахнула ножом и рассекла грудь Чикуля. Кай смотрела на темно-красные клубки внутренностей, втягивая в себя воздух. Знахарка ловко протолкнула внутрь камень, свела края раны и буркнула:

— Молчи. Подай воды.

Старуха зашила грудь Чикуля как рубаху, укрыла мальчика покрывалом из шкур и кивнула.

— Утром встанет. — И, поймав взгляд Кай, добавила: — Не сомневайся, девочка.

Знахарка поднялась на ноги, собрала зелья в мешочки на поясе и пошла к выходу. На пороге обернулась, поджала губы и, тяжело ступая, двинулась прочь.

Кай думала, что просидит всю ночь около сына, однако усталость взяла свое. Утром Кай очнулась на полу. Двинула затекшей шеей и вскинулась, глядя на Чикуля. Мальчик лежал на боку, выставив из-под головы круглый локоть. Кай протянула руку, боясь дотронуться до него. Она придвигала и снова отдергивала ладонь, пока не качнулась вперед, ухватившись за теплый локоть. Чикуль открыл глаза:

— Мама?

На следующий день Кай заболела. Ее мутило, руки и ноги не слушались, каждую косточку будто выворачивало. Кай лежала на циновке, то проваливаясь в горячее черно-красное забытье, то выныривая обратно. Смутно помнилось, как знахарка оставила кувшин с травяным настоем и увела с собой Чикуля. Во сне было горько, словно что-то важное утеряно безвозвратно, и нет его больше, нет, нет. Без сна было тревожно и больно.

Снаружи к хижине то и дело подходили женщины, то одиночке, то парами. Они пытались незаметно заглянуть внутрь, и некоторым это удавалось. Так продолжалось, пока не появился Туун. Прикрикнув на сплетниц, он устроился у входа, и поток любопытных женщин иссяк.

Кай промучилась несколько дней, и боль наконец отступила. Нужно было вставать. Со стоном Кай поднялась, чувствуя, что полностью выпрямиться не может. Перед глазами плыло,

и собственные ноги показались ей худыми и короткими. У входа в хижину сидел Туун, и Кай неожиданно для себя обрадовалась ему:

— Здравствуй, охотник.

Туун озадаченно прищурился:

— Здравствуй, Иш-Кай. Ты долго болела.

— Да... — Она покрутила головой, оглядываясь.

— Твой сын у знахарки, — подсказал Туун. Он все щурился, глядя на Кай, будто не узнавал.

Похоже, я стала от болезни совсем некрасивая, решила Кай. Сухо поблагодарила охотника, развернулась и засеменила к хижине старой Лой. Встретившаяся на пути рябая Иш-Сэй подтвердила ее догадку.

— Ох, как тяжело тебе пришлось. Как же ты исхудала! Как щеки ввалились — даже нос больше стал! — залиvisto причитала Иш-Сэй.

Кай выслушала ее и посеменила дальше. Путь до жилища знахарки оказался сегодня долог. Старая Лой, увидев Кай, нахмурилась, дала жгучее зелье для спины. Вечером Кай натерлась им, шипя — таким едким оказалось снадобье. Однако утром снова не смогла распрямиться. Ноги Кай будто еще укоротились, зато руки доставали почти до колен. В поле будет удобно, невесело усмехнулась она.

Уже начался месяц Йашк'ин, и пришло время собирать ранний маис. Наутро Кай отправилась на поле вместе с другими женщинами. Те обступили ее и засыпали вопросами: неужели Кай и вправду решилась пойти в Ка'наль, как не побоялась подняться на пирамиду, сколько духов умерших встретила, что видела в городе, как выглядят небесные птицы...

— Ты смелая женщина, Иш-Кай, — колыхнув большой грудью, подвела итог расспросам Иш-Чен, жена деревенского писца. — Но лучше бы эти птицы жили неподалеку.

В поле оказалось совсем нелегко. Кай была слаба после болезни и едва дышала, поносив корзины с маисом. Вечером она села за вышивание, но пальцы с трудом удерживали норовившую выскользнуть иглу, бусины то и дело падали на пол, а стежки ложились не в ту сторону.

Через несколько дней вся кожа у Кай покрылась мелкими твердыми бугорками, которые беспрестанно зудели. Кай яростно расчесывала руки, ноги, лицо, живот, но зуд не утихал. А затем бугорки принялись сочиться желтой сукровицей, на которую липла одежда и слетались насекомые. Тело Кай теперь казалось одной сплошной раной.

Мало-помалу женщины в поле начали сторониться ее. Никто не хотел идти рядом с Кай. Женщины сбивались в группки и негромко говорили о чем-то своем, замолкая, когда она приближалась, и настороженно глядя. Однажды Иш-Чен толкнула ногой корзину с маисом, собранным Кай, и ей пришлось заново собирать рассыпанные початки с земли. В другой раз Иш-Сэй выхватила у нее из-под носа бутылку с водой, а попив, выплеснула остатки на землю. Как-то, выйдя из хижины, Кай увидела, что исчезли все стоявшие у стены кувшины.

Когда из бугорков на коже вылезла жесткая черная щетина, Кай не пошла в поле. Она не выходила из хижины до темноты, а когда селение уснуло — отправилась к знахарке. Старая Лой нахмурилась, посмотрев на Кай. Велев ей встать посреди хижины, знахарка надела свою черную маску, разрисованную змеями, зажгла курильницу и принялась ходить по кругу, напевая заклинания. Голова у Кай кружилась, ноги едва держали, и она развела руки в стороны, чтобы не упасть.

Наконец знахарка остановилась и стащила маску с лица.

— Я не знаю, что это, девочка.

— Не знаешь?!

Старая Лой виновато покачала головой.

Вскоре черная щетина на левом плече сменилась мелкими перышками. Потом такие же показались и на правом. И

на спине, и на бедрах. Этих перьев было еще не видно под платьем, но затем они пробились и на руках.

Первый камень угодил в спину Кай, когда она пошла за водой. Кучка сорванцов сгрудилась у крайней хижины, они показывали на нее пальцами, хохотали и запасались новыми камнями. Втянув голову в плечи, Кай посеменила к колодцу, а мальчишки бежали следом, осыпая ее насмешками.

Замолчать их заставил резкий мужской окрик. По улице навстречу Кай шел Туун. Увидев ее, охотник остановился и неловко сглотнул подступивший к горлу ком. Он сбивчиво поздоровался и поспешил прочь.

Старая Лой явилась вечером.

— Уходи, пока не поздно, девочка. Уходи из селения.

— Куда... идти? — с усилием выкашляла Кай.

— В лес. Или наверх.

— А Чиккуль?

Знахарка поджала губы и медленно оглядела Кай снизу вверх. Следом за нею на себя посмотрела Кай. Чешуйки на ногах и заостренные ногти, выгнутое вперед тело, покрытые редкими короткими перьями руки почти без пальцев... Старая Лой вытасила из сумки круглую отполированную пластину и поднесла к лицу Кай. Там, в этом блестящем кружке, она увидела ошипанную птичью голову.

— Это ты, девочка.

Кай взмахнула рукой, выбила у знахарки пластину, отлетевшую на пол, и зажмурилась, мотая головой.

— Это ты.

Надо было ответить, закричать, ударить старую ведьму! Кай все мотала головой, не открывая глаз, молча. Наконец затихла, обхватила себя руками и взглянула на знахарку:

— Завтра уйду.

Лой забрала с собой Чиккуля, и Кай долго металась по опустевшей хижине. Потом устала, прилегла на циновку сына и уснула пустым тревожным сном.

Разбудил ее грохот боевых бубнов, в которые бьют, когда селению грозит опасность или мужчины идут на большую охоту. К хижине приближался невнятный гул, и Кай не сразу поняла, что это крик множества глоток. Гул усиливался, люди подходили ближе. Грохотали бубны, трещали факелы, визжали женщины. Что-то случилось! Кай вскочила на ноги, метнулась к выходу и остановилась.

— Выходи, птица! — кричали там, в толпе. — Выходи! Выходи!

Люди пришли за ней.

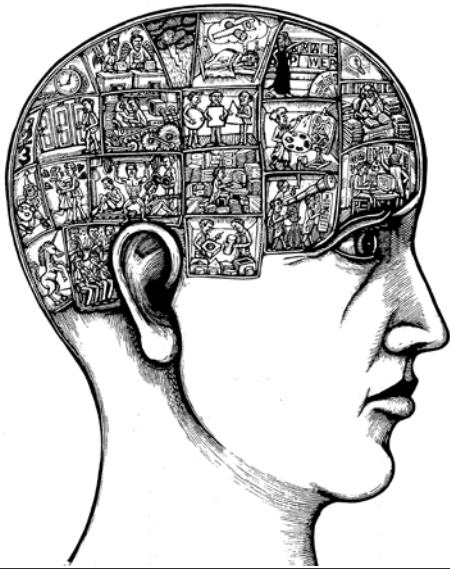
Когда охотники ворвались в маленькую хижину, их встретила нелепая, вставшая на ноги птица с ножом, зажатым в недоразвитом крыле. Она бросилась вперед, бестолково размахивая лезвием, но даже ударить никого не сумела. Птицу быстро связали и понесли на площадь. Там горели большие костры и стояла прочная клетка из толстых прутьев. Верхняя крышка ее была открыта в ожидании узницы. Птицу бросили внутрь. Крышку подняли на место и быстро переплели веревками место стыка. Заскрипели, соприкасаясь, прутья. Клетка закрылась. Теперь птица всегда будет рядом, и рядом будет каменный глаз, который растет в ее голове. Сельва опасна. Хорошие охотники встречаются со зверем и умирают от ран. Но теперь, когда случится несчастье с охотником, ему поможет каменный глаз.

Кай съежилась на полу, глядя на огни. Людей она не различала, только слышала крики:

— Небесная птица!

— У нас есть небесная птица!





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Человека создал труд

Сколько раз мы это слышали, когда не хотели делать уроки! Конечно, никто не думает, что это было как в мультике, где волосатый мужчина ударяет камнем по камню, тут же лишается шерсти и светлеет очами. Труд нас создал не мгновенно, на это ушли миллионы лет. Но, по сути, верно: пока не поумнеешь, хороших орудий труда не сделаешь, а если орудия очень нужны — придется поумнеть.

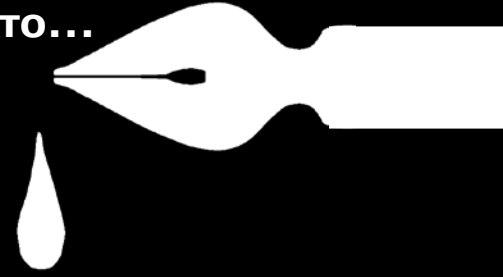
Древние люди, до ранних представителей рода Номо включительно, изготавливали примитивные олдувайские орудия — обкалывали округлый камень, чтобы получить острый край, — на протяжении 800 000 лет. Затем, около 1,75 млн лет назад, появились инновационные ашельские орудия — продолговатые, симметричные, заостренные множественными сколами с обеих сторон. Исследователи из университетов Индианы, Айовы и Восточной Англии решили определить, какие именно умственные усилия нужны для изготовления ашельского рубила («Nature Human Behaviour», 2017, 1, 0102, doi: 10.1038/s41562-017-0102). Добровольцы учились делать олдувайские и ашельские орудия, причем половине группы показывали «немое» видео производственного процесса, другой половине — то же видео с комментарием, объясняющим, как надо держать и куда стучать. В процессе работы активность их мозга исследовали с помощью функциональной ближней инфракрасной спектроскопии. Все добровольцы, числом 31, были анатомически современными людьми, других найти не удалось.

Выяснилось, что для изготовления олдувайского орудия мастеру необходима координация зрительной информации и моторики. С ашельскими орудиями все сложнее: во время их производства наблюдаются интеграция зрительной, слуховой и сенсомоторной информации в височной доле, управление зрительной рабочей памятью в вентральной прецентральной извилине, а также планирование действий высшего порядка с помощью моторной зоны, активирующей сеть нейронов, которая у современных людей отвечает за игру на фортепиано. Структуры, связанные с речью у современного человека, активировались только во время словесного обучения. Возможно, гениальный обтесыватель каменных наконечников в наше время стал бы музыкантом, но не поэтом и не оратором — речь для этого не так уж нужна, научиться можно и вприглядку.

Эти результаты могут пригодиться в дальнейших исследованиях эволюции мозга. Заостряя краешек камня, наши предки действительно заостряли и свой разум.

Е.Сизикова

Пишут, что...



...явление квантовой запутанности продемонстрировано для фотонных пар, разделенных расстоянием 1203 км на Земле, с ретрансляцией через спутник. Результаты показывают возможность будущей глобальной сети квантовой связи («Science», 2017, 356, 6343, 1140—1144, doi: 10.1126 / science.aan3211)...

...новозеландская биотехнологическая компания внедрила в мозг пациентов с болезнью Паркинсона альгинатные капсулы, содержащие тысячи клеток из сосудистого сплетения мозга новорожденных поросят; эти клетки будут выделять факторы, способствующие нормальной работе нейронов («New Scientist», 2017, 3130, 6)...

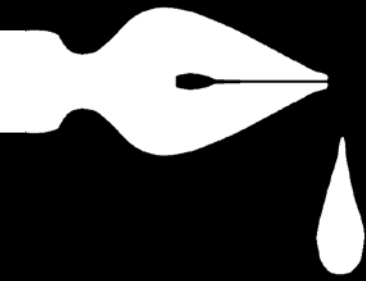
... способность предвидеть перемещение предметов в пространстве, например траекторию мяча или едущей машины, обеспечивает зрительная кора мозга — она реагирует на наблюдение начала движения объекта так же, как и на наблюдение всей траектории («Nature Communications», 2017, 8, 15276, doi: 10.1038/ncomms15276)...

...разработан метод активации определенных участков мозга пересечением электромагнитных полей, частота которых по отдельности слишком высока для возбуждения нейронов, а в месте пересечения за счет интерференции возникает низкочастотный сигнал (Cell, 2017, 169, 6, 1029—1041.e16, doi: 10.1016/j.cell.2017.05.024)...

...заболеваемости раком молочной железы существенно ниже в странах, жители которых отдают предпочтение овощам и зерновым продуктам и не слишком увлекаются пищей животного происхождения, фруктами и алкоголем («Доклады Академии наук», 2017, 472, 5, 612—617)...

...исследование состояния здоровья детей и подростков в Санкт-Петербурге на протяжении 20 лет выявило устойчивую тенденцию к его ухудшению — у детей распространенность заболеваний увеличилась на 72%, у подростков в два раза; преобладают болезни органов дыхания, травмы, отравления, кожные заболевания («Гигиена и санитария», 2017, 96, 4, 332—338)...

...запах людей с экспериментально активированной иммунной системой, что имитировало инфекционное заболевание, кажется другим людям менее приятным («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2017, 114, 24, 6400—6405, doi: 10.1073/pnas.1617357114)...



...летом рыжие лесные муравьи мешают полевкам свободно перемещаться по лесу, а зимой полевки активно выкапывают и едят муравьев («Журнал общей биологии», 2016, 77, 5, 346–358)...

...зарегистрирован андрогенез, то есть развитие организма из отцовских клеток без участия материнских, у голавлей *Squalius alburnoides*; такой феномен у позвоночных в природе описан впервые («Royal Society open science», 2017, 4: 170200, doi: 10.1098/rsos.170200)...

...анализ митохондриальной ДНК 209 кошек, живших между 8000 годом до н. э. и XX веком, показал, что современные домашние кошки — потомки двух линий, одна из которых проникла в Европу со Среднего Востока не позднее 4400 года до н. э., а другая — из Египта около V века н. э., то есть их экспансия шла по торговым путям («Nature Ecology & Evolution», 2017, 1, 0139, doi: 10.1038/s41559-017-0139)...

...семена тенелюбивых растений, в частности клена, ели, липы, вяза, граба, разносятся ветром не более чем на 30–70 м, а светолюбивых, таких как березы, сосны, — на 195–220 м («Лесоведение», 2017, 1, 45–52)...

...конструкция почвенных ловушек существенно влияет на результативность учета жужелиц — наиболее эффективны белые пластиковые стаканчики и цилиндры из пластиковых бутылок под прозрачными навесами («Зоологический журнал», 2017, 96, 3, 295–304)...

...наноструктуры, имитирующие присоски осьминога, одинаково хорошо приклеиваются к мокрым и сухим поверхностям («Nature», 2017, 546, 7658, 396–400, doi: 10.1038/nature22382)...

...чем дольше жарить кофеинные зерна, тем меньше в них антиоксидантов и веществ, предотвращающих воспаление, а содержание кофеина не меняется («Journal of Medicinal Food», 2017, 20, 6, 626–635; doi: 10.1089/jmf.2017.3935)...

...как показывает анализ французских словарей «Petit Robert» и «Dictionnaire culturel en langue française», в современном обществе невозможно создать деидеологизированный толковый словарь («Известия РАН. Серия литературы и языка», 2017, 76, 1, 55–59)...

...создана математическая модель, позволяющая оценить жизнеспособность конспирологического заговора, например инсценировки высадки американцев на Луну (PLoS One, 2017, 11 (1): e0147905, doi: 10.1371/journal.pone.0147905)...



Dave Carpenter

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Знать свою выгоду

«Давайте объясним людям, в чем их собственная выгода, дадим им как можно больше экономической информации, и они будут усерднее трудиться к общей пользе» — звучит логично, но жизнь это предположение опровергает раз за разом. А теперь результаты эксперимента, проведенного фактически в идеальных условиях, подсказывают, почему так происходит.

Немецкие и американские исследователи решили проверить, как повлияет на стремление к сотрудничеству информация о возможной выгоде («Nature Communications», 2017, 8, 15147, doi: 10.1038/ncomms15147). Восемнадцать пар добровольцев играли друг с другом в несложную компьютерную игру, им начисляли очки, которые в конце игры можно было обменять на настоящие деньги. При этом половине пар после каждого раунда сообщали только, сколько очков получили оба и как действовал партнер, а другой половине еще и показывали, каким мог быть выигрыш, если бы они сделали иной выбор. Иначе говоря, второй группе было намного проще определить оптимальный стиль игры, увеличивающий выплаты в каждом раунде, — и это самым пагубным образом сказалось на долгосрочном планировании. Игроки второй группы не могли отказаться от краткосрочных выгод в пользу сотрудничества, а игроки первой, менее успешные в отдельных раундах, охотнее испытывали кооперативные стратегии. По итогам игры средний доход в первой группе был на 50% больше.

Итак, информация о выгодах может быть помехой сотрудничеству. Резонно возразить, что эта информация неполная, второй группе никто не сказал, что они упустят 50% дохода, но ведь и первой группе никто этого не сказал! Руководитель исследования Штеффен Хук заключает: «Системы, которые сосредотачивают внимание человека на краткосрочных выгодах, например больших ежегодных бонусных платежах, могут иметь похожие неблагоприятные побочные эффекты. Наши исследования показывают, что человеческое сотрудничество в основном обусловлено не рациональными расчетами, а скорее простой эвристикой (здесь: поиск методом проб и ошибок на основе интуиции. — *Примеч. ред.*). Хорошие организаторы должны развивать эти модели кооперативного поведения, а не акцентировать внимание на возможностях более высоких индивидуальных доходов».

Е. Котина



Цепная реакция апокалипсисов

Стэнли Хейзелтон из США сразу же шокировал зал, упорно повторяя: — 4, 6, 11, из чего вытекает 22; 5, 9, значит, 22; 3, 7, 2, 11, откуда опять же вытекает 22!! — Кто-то встал и крикнул, что ведь 5, и возможно, 6, 18 и 4; Хейзелтон молниеносно отпарировал нападение, объясняя, что так или иначе 22. Я нашел в его реферате нумерационный ключ и узнал, что цифра 22 означает окончательную катастрофу.

Станислав Лем. Футурологический конгресс

С.В.СЕРГЕЕВУ, Казань: *Что такое упоминаемый в фантастике окситан, мы не знаем, а окситан — это 1,3-пропиленоксид, четырехчленный цикл с одним кислородом; вещество интересно высокой реакционной способностью; некоторые его производные используются в медицине.*

А.Н.ХАРИТОНОВОЙ, Санкт-Петербург: *Хлебопекарный улучшитель панифарин — это, по сути, глютен (клейковина) с добавкой обычной муки, аскорбиновой кислоты и ферментов; панифарин делает тесто более пластичным, что актуально, когда вы используете ржаную, гречневую или другую «тяжелую» муку.*

М.М.РЫБАКОВУ, Иркутск: *Химические реактивы на заказ можно приобрести во многих интернет-магазинах, такие услуги предоставляет, например, Мосхимторг (<http://moshimtorg.ru>).*

Л.В.ГЕРМАН, Москва: *Каротиноиды, то есть пигменты моркови и томатов, обесцвечиваются в кислой среде, из этого и исходят при попытке вывести пятна от них.*

Н.Г.ЩУКИНУ, электронная почта: *Вы сфотографировали экограффити — «живую» надпись, сделанную суспензией мха в питательном растворе; силы случая, конечно, огромны, но не настолько, чтобы мох на стене сам вырос в форме трех букв.*

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: *На всякий случай еще раз: мы не публикуем инновационные формы таблицы Менделеева, это решение принято еще во времена академика И.В.Петрянова-Соколова и обжалованию не подлежит.*

Узнать, вышел ли очередной номер журнала, вы можете в социальных сетях: Фейсбук (<https://www.facebook.com/khimiyaizhizn/>), Твиттер (https://twitter.com/hij_redaktor), ЖЖ (<http://hizh.livejournal.com/>).

Если вы хотите узнать в редакции, почему потерялся какой-то номер журнала и как его получить, не забудьте сообщить адрес, на который получаете журнал, срок подписки и либо подписной индекс, либо укажите, что подписались у нас в редакции.

В фантастике XX века актуальными стали произведения о глобальных катастрофах и их последствиях. В первую очередь это было связано с появлением оружия нового типа — ядерного, которое может привести не только к огромным разрушениям и гибели множества человек, но и к существенному изменению условий на всей планете — радиоактивному заражению, загрязнению атмосферы и, как следствие, к сильному похолоданию, «ядерной зиме». Урановые, плутониевые и водородные бомбы стали реальной угрозой во второй половине XX века, хотя впервые об атомной войне писал еще Герберт Уэллс в романе «Освобожденный мир» (1914), где изображается ход военных действий с применением ядерного оружия в 1959 году.

Правда, роман Уэллса выглядел скорее как утопический. Там не показаны страшные последствия войны, человечеству удалось договориться, создать общее правительтво, люди получили больше свободы действия, свободы перемещения, свободы слова, свободы предпринимательства — что, собственно, и отражено в названии романа.

Те, кто писал о возможных последствиях использования атомного оружия позже, лучше представляли опасности постапокалиптического мира, и многим авторам удалось представить яркую его картину, такую, например, как в книгах Невилы Шюта «На последнем берегу», Уолтера Миллера-младшего «Страсти по Лейбовицу», Робера Мерля «Мальвиль», Дэвида Брина «Почталъон».

Глобальные катастрофы на планете могут случиться и без ядерной войны. Стоит лишь сделать уязвимым то, без чего не может обходиться человек или другие животные. То, чего мы обычно не замечаем и воспринимаем как само собой разумеющееся. Например, воздух. В романе Александра Беляева «Продавец воздуха» предприимчивый мистер Бэйли устраивает в Якутии тайный завод по сбору и сгущению воздуха. Он надеется сгустить большую часть атмосферного воздуха и накопить его в своих хранилищах, чтобы затем шантажировать угрозой удушья весь мир. Бэйли якобы даже приторговывает воздухом с марсианами, получая в ответ некий радиоактивный элемент иль, обладающий огромной энергией. Этой энергией приводятся в действие все машины Бэйли. Коварные планы очередного претендента во властелины мира пресекает отряд красноармейцев. Сгущенный воздух вернули Земле.

В какой-то степени идеи «Продавца воздуха» были повторены в романе Александра Казанцева «Пылающий остров». Американский миллиардер Вельт, не чурающийся науки, ищет новый оксид азота, который мог бы превращать воздух в гремучую смесь. И это ему удается: «Я нашел шестой окисел азота, для образования которого требуется присутствие одного газа, который сам в реакции участия не принимает. В химии такие вещества зовут катализаторами. В присутствии такого радиоактивного катализатора атомы азота изменяются и входят в соединение с кислородом в нужной мне совершенной пропорции». Этот фиолетовый газ есть на Земле лишь в одном месте — на острове Аренида. Но случилось несчастье: безумный профессор Бернштейн, работавший на Вельта, решил противостоять плану очередного властелина мира и поджег воздух в районе острова Аренида. Этот пожар удастся остановить лишь доблестным советским военным, которые серией мощных взрывов в океане подняли в воздух гигантские массы воды, потушившие чудовищный костер.

«Пылающий остров» был вчерне написан еще до Второй мировой войны. А вот в «оттепель» Александр Казанцев дал волю воображению и написал роман «Льды возвращаются», где капиталисты устраивают покушение на Солнце! С помощью Б-субстанции, предотвратившей на Земле ядерную войну, они останавливают ядерные реакции на Солнце, вызывая новый ледниковый период. Однако на Б-субстанцию советские физики находят А-субстанцию — и Солнце разгорается снова.

В рассказе Роберта Шекли «Три смерти Бена Бакстера» из-за хищнического истребления лесов на американском континенте был нарушен естественный цикл «углерод — углекислый газ — кислород», в результате содержание кислорода в воздухе должно уменьшиться. Конечно, эта опасность преувеличена, ведь основная часть кислорода на Земле выделяется фитопланктоном Мирового океана,



ХИМИКИ И ЛИРИКИ

но и океану угрожает загрязнение отходами. В романе Грегори Бенфорда «Панорама времен» недальновидное применение химических удобрений вызывает цветение фитопланктона в Мировом океане — со страшными последствиями для человечества.

Еще одно важное для земной жизни вещество — вода. Недостаток воды на таких планетах, как Марс в «Аэлите» Алексея Толстого или Арракис в «Дюне» Фрэнка Герберта, определяет социологию, политику, психологию ее обитателей. Казалось бы, на Земле, где океаны занимают три четверти поверхности, с водой проблем быть не должно. Но фантастам и океаны по колению!

В романе Теодора Томаса и Кейт Вильгельм «Год Облака» космическое облако из какого-то органического полимера окутывает Землю. Сначала оно представлялось земным ученым безопасным. Но полимер резко увеличил вязкость земной воды, стал превращать ее в гель, так что вода перестала усваиваться земными организмами, и это грозило всеобщей катастрофой. Книга заканчивается благополучно: несколько исследователей морской жизни на яхте с большими запасами пива обнаруживают способ разрушить этот полимер и высвободить водные запасы.

А вот в романе Курта Воннегута «Колыбель для кошки» все закончилось концом света, то есть практически концом жизни на Земле. Гениальный ученый Феликс Хонниккер, один из создателей атомной бомбы, изготовил лед-девять, который отличается от обычного льда тем, что тает при температуре 114,4° по Фаренгейту (то есть 45,5°С). И если сосульку такого льда бросить в воду, он запустит ее превращение опять же в лед-девять, что и произошло в конце концов. Все естественные водоемы превратились в лед-девять, не тающий при земных температурах. И те, кто остался в живых, позавидовали мертвым.

В рассказе Фрица Лейбера «Ведро воздуха» черная звезда, пролетая через Солнечную систему, унесла с собой Землю в глубины космоса. Сначала замерзла вся вода, потом слоями углекислота, азот, кислород... Семья живет в теплоизолированной

комнате, за водой и воздухом ходят наружу с ведром. Даже в таких условиях люди продолжают жить.

Отдельную область в фантастике занимает описание экологических катастроф, связанных не только с безалаберным отношением человека к отходам производства, но и с тем, что достижения химии резко увеличили объемы продуктов, которые плохо разлагаются в природных условиях. Подробное рассмотрение этой темы потребовало бы написания серьезной статьи, поэтому ограничимся лишь упоминанием тетралогии Джеймса Балларда о «стихийных катастрофах», в которой английский фантаст описал четыре сценария гибели человечества в результате полного разрушения экологического равновесия. Это романы «Ветер ниоткуда», «Затонувший мир», «Выжженный мир» и «Хрустальный мир». Катастрофы в них происходят по-разному, но заканчиваются плохо в любом случае. К примеру, Баллард в романе «Выжженный мир» описывает Землю, где в результате загрязнения окружающей среды остановился круговорот воды в природе — перестали испаряться океаны. И человечество задыхается в тисках чудовищной засухи.

А великий Станислав Лем открытым письмом Ийона Тихого «Спасем Космос!» предостерег от захламления всей Вселенной. И если убрать «космическую составляющую», призыв знаменитого космопроходца актуально звучит и для нашей планеты: «Транжиря ради прихотей космическую энергию, загрязняя метеориты и планеты, опустошая сокровищницу Заповедника, на каждом шагу оставляя после себя в просторах галактик скорлупу, огрызки, бумажки, мы губим Вселенную, превращая ее в огромную свалку. Давно уж пора опомниться и потребовать строгого соблюдения природоохранного законодательства. В убеждении, что каждая минута промедления опасна, я бью тревогу и призываю к спасению Космоса».

Присоединяемся!

**Владимир Борисов,
Александр Лукашин**

23–26.10.2017

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»



20-я международная
выставка химической
промышленности
и науки

ХИМИЯ



**Инновации
и современные
материалы**

Организатор: АО «Экспоцентр»

При поддержке:

- Министерства промышленности и торговли РФ
- Российского Союза химиков
- ОАО «НИИТЭХИМ»
- Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
- Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
- РХТУ им. Д.И. Менделеева

Под патронатом

Торгово-промышленной палаты РФ



Реклама 12+



Хим-Лаб-Аналит



Химмаш. Насосы



Индустрия пластмасс



Зеленая химия



**Салон защиты
от коррозии «Коррус»**

www.chemistry-expo.ru

