

Ю. Чирков



ОЖИВШИЕ ХИМЕРЫ





ББК 28.04
Ч-65

РЕЦЕНЗЕНТЫ
АКАДЕМИК Г. П. ГЕОРГИЕВ
И ДОКТОР БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
С. В. РАЗИН

ХУДОЖНИКИ
В. РАДАЕВ И Ю. МАРТЫНЕНКО

ФОТОГРАФ
А. КРАВЕЦ

Ч 4802020000-266 Без объявл.
М101(03)-91

ISBN 5-08-001976-x

© Юрий Чарнов. Текст. 1991.
© Владимир Радаев. Рисунки, оформление. 1991.
© Юрий Мартыненко. Рисунки. 1991.
© Александр Кравец. Фото. 1991.

*Тем школьникам, которые
в 2000 году захотят приобщиться
к профессии генного инженера,
а в начале XXI века всерьез займутся
конструированием живых форм,
способных заселить просторы ближайших
к Земле планет*





ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 9

Глава 1

По примеру Полигга 14

- ЗАСТЕНЧИВЫЙ ШВЕЙЦАРЕЦ 16
- УДАЧНЫЙ ВЫБОР 17
- «ПРОСТО КОРОТКОЕ И УДОБНОЕ СЛОВО» 19
- ПОМОГЛИ ТРУДНОСТИ 21
- КАК БУСИНЫ НА НИТКЕ 23
- ОПЫТЫ ЭВЕРИ 26
- ТРУБАДУР ГЕНЕТИКИ 27
- КОГДА ПЫЛЬ РАССЕЯЛАСЬ... 29
- ЧЕСТНЫЙ ДЖИМ 30
- «ОН ГОВОРИЛ ТРОМЧЕ И БЫСТРЕЕ ВСЕХ» 32
- «ДЕЛОМ ПРОСТОГО ЗДРАВОВО СМЫСЛА» 33
- СМЕЛАЯ ДО НАХАЛЬСТВА 35
- ЗАСЕЛИТЬ НЕ ОДНУ ГАЛАКТИКУ 40

Глава 2

Генный мусор 46

- ВСЕГО ЧЕТЫРЕ БУКВЫ 47
- И АРХИТЕКТОР И СТРОИТЕЛЬ 53
- АМИНОКИСЛОТНЫЕ ДЕНЕШИ 54
- ГИПОТЕЗА ГАМОВА 56
- ФАРАОН ТОЛМАЧ 57
- ПЕРЕВЕРТЫШИ 59
- ГЕННАЯ «ДАКТИЛОСКОПИЯ» 60
- ШАНС НА БЕССМЕРТИЕ 63
- ИНСТИТУТ ЧЕЛОВЕКА 68
- «ПОЗНАЙ СЕБЯ» 69
- СКЛОННЫЕ К «ПЕРЕМЕНЕ МЕСТ» 71
- «ЭГОИСТИЧЕСКАЯ» ДНК 72
- КВАКАЮЩИЕ ФРУКТЫ 76

Глава 3

С точностью часового мастера 80

- ЭСТАФЕТА ПОКОЛЕНИЙ 82
- ДНК НА РЕМОНТЕ 83
- СТАЯ ЖИЗНЕРАДОСТНЫХ ОБЕЗЬЯН 87
- Е. СОЛ — «РАБОЧАЯ ЛОШАДКА» 89
- ПЛАЗМИДЫ 92
- ПОДОБНО РЕЖИССЕРУ ФИЛЬМА 93
- ГЕННОИНЖЕНЕРНОЕ МОЛОКО 99

Глава 4

Может ли человек играть роль Всевышнего? 104

- «ДРАМА ВОКРУГ ДНК» 105
- КОНФЕРЕНЦИЯ В АСЬЛОМАРЕ 109
- ЭТИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ 111
- ГРЕШНАЯ НАУКА 116
- С УЧЕНЫМИ НА «ТЫ» 117
- НИКУДА НЕ ГОДНАЯ БАКТЕРИЯ 121
- СОВЕЩАНИЕ В ДУБНЕ 123
- ПРОМЕТЕЙ ИЛИ ДЕДАЛ? 126
- ПОХИТИВШИЙ ОГОНЬ 128
- ЛЕОНАРДО БРОНЗОВОГО ВЕКА 130





Глава 5 Виштексы на грядке 134

СТОПРОЦЕНТНЫЙ ПЛОД 135
СОРОК ШЕСТЬ СТУПЕНЕЙ К ИДЕАЛУ 137
ГРУШИ НА ВЕРБЕ 142
БИОЛОГИЧЕСКИЙ «АНТИФРИЗ» 144
СЪЕДОБНЫЕ СОРНЯКИ 147
БЕСПЛАТНЫХ ЗАВТРАКОВ НЕ ОБЕЩАЮТ 150
МОРПОВЬ ИЗ ЛАБОРАТОРИИ 153

Глава 6 Свидание с мечтой 156

ЗНАКОМЬТЕСЬ: КЛЕТКОМАНЫ 157
СВЯЩЕННЫЕ ПИСЬМЕНА ЖИЗНИ 163
«СТОРОЖЕВЫЕ» ГЕНЫ 167
ВЕЛОСИПЕД С КРЫЛЬЯМИ 170
ГОЛУБАЯ... ПШЕНИЦА 175



Глава 7 По следам алхимиков и фантастов 180

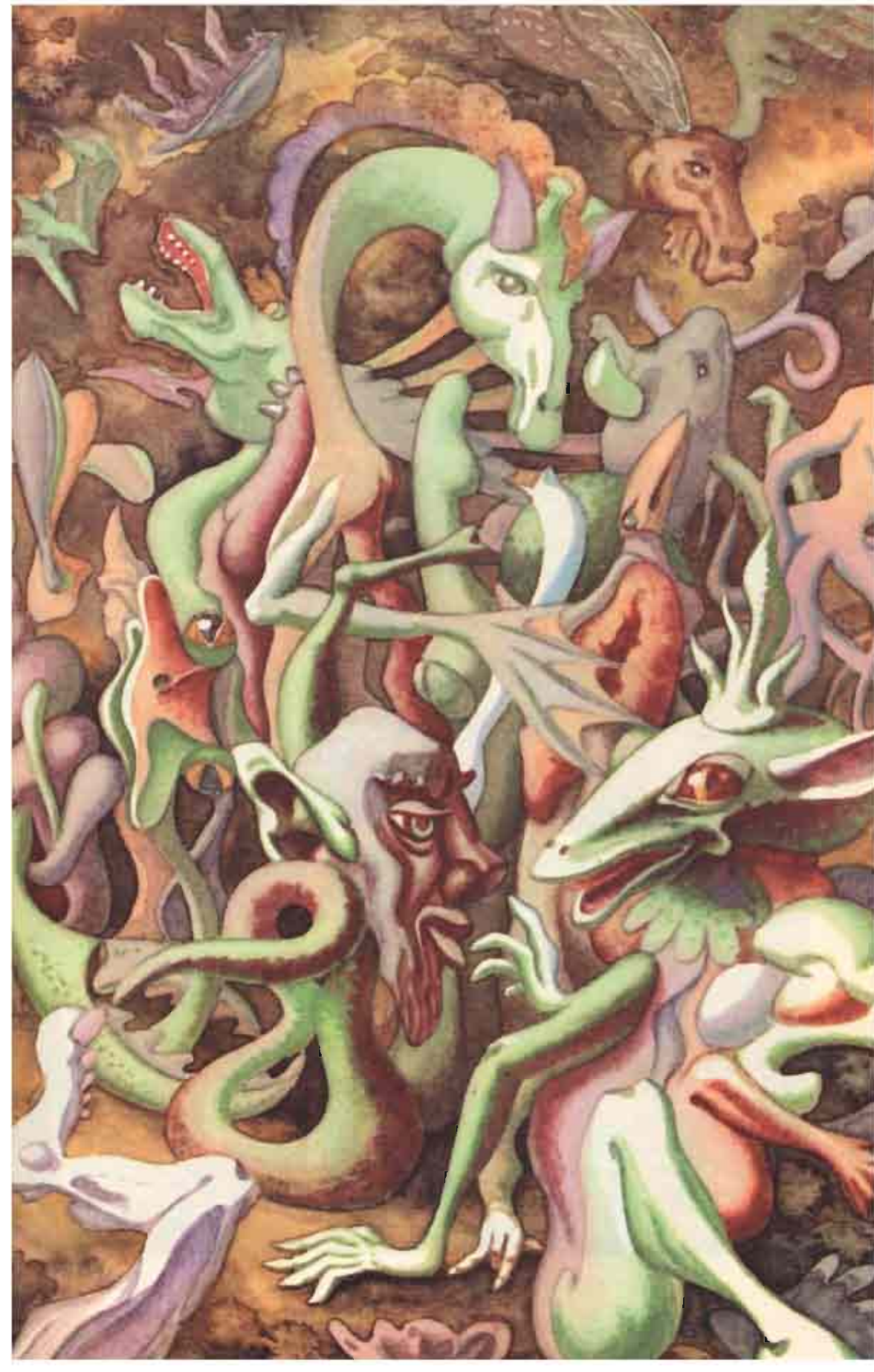
АРХИЗОЛОТО, СУПЕРСЕРЕБРО? 181
«...НИ ОДНА РАБОТА НЕ МОГЛА МЕНЯ УТОМИТЬ» 182
ФАНТАСТИЧЕСКАЯ ЗООЛОГИЯ 185
КЛУБ ХИМЕРОЛОГОВ 191
ЗОЛУШКА НА КОСМИЧЕСКИЙ ЛАД 199
МОНСТРЫ-СЧАСТЛИВЧИКИ 202
МАСТЕР ПРАЗДНЕСТВ 207
ЗЕЛЕННЫЕ ЧЕЛОВЕЧКИ? 211
ОВЦЕГОЗЫ, КОЗОБАРАНЫ 212
«ЗДЕСЬ НЕТ МЕСТА ДЛЯ ПРАЗДНЫХ ЗРИТЕЛЕЙ...» 214
«ТАКОВ ЗАКОН. РАЗВЕ МЫ НЕ ЛЮДИ?» 218
«ЭЙ, ГОМО САПШЕНС. У ТЕБЯ ПОЯВИЛСЯ СОПЕРНИК!» 222
НА ПАРИ С БАЙРОНОМ 224
ГОМО НОВУС 226
«Я ПОСЛАЛ ТЕБЕ КОРОВУ В КОНВЕРТЕ» 228
СЕМЬ МИЛЛИОНОВ ДОЛЛАРОВ ОТСТУПНОГО 230
«ДИНОЗАВРА СДЕЛАЙ САМ!» 232

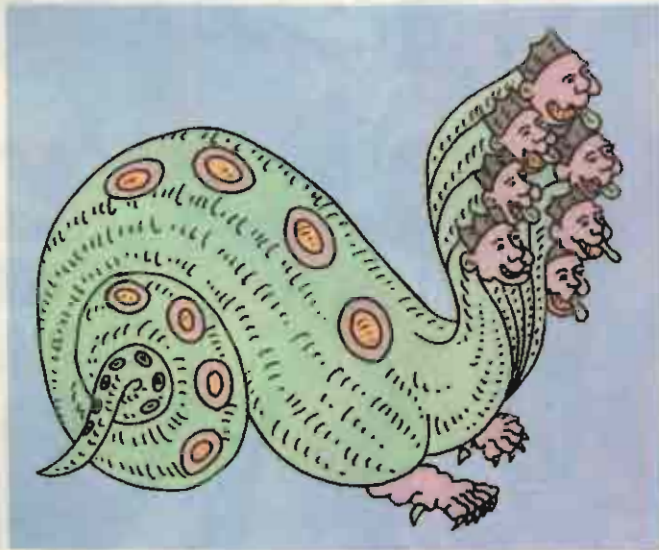
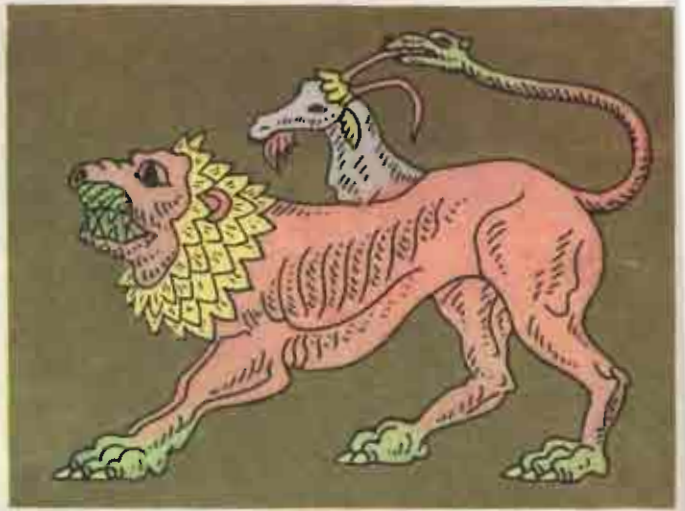


Заключение 238



*Биология наших дней
воскрешает, казалось бы,
забытую идею
древнегреческого
философа Эмпеδοкла
(490—430 годы до новой
эры) о том, что первые
живые существа возникли
благодаря слиянию
независимых,
существовавших до этого
самостоятельно частей
или органов.*





Введение

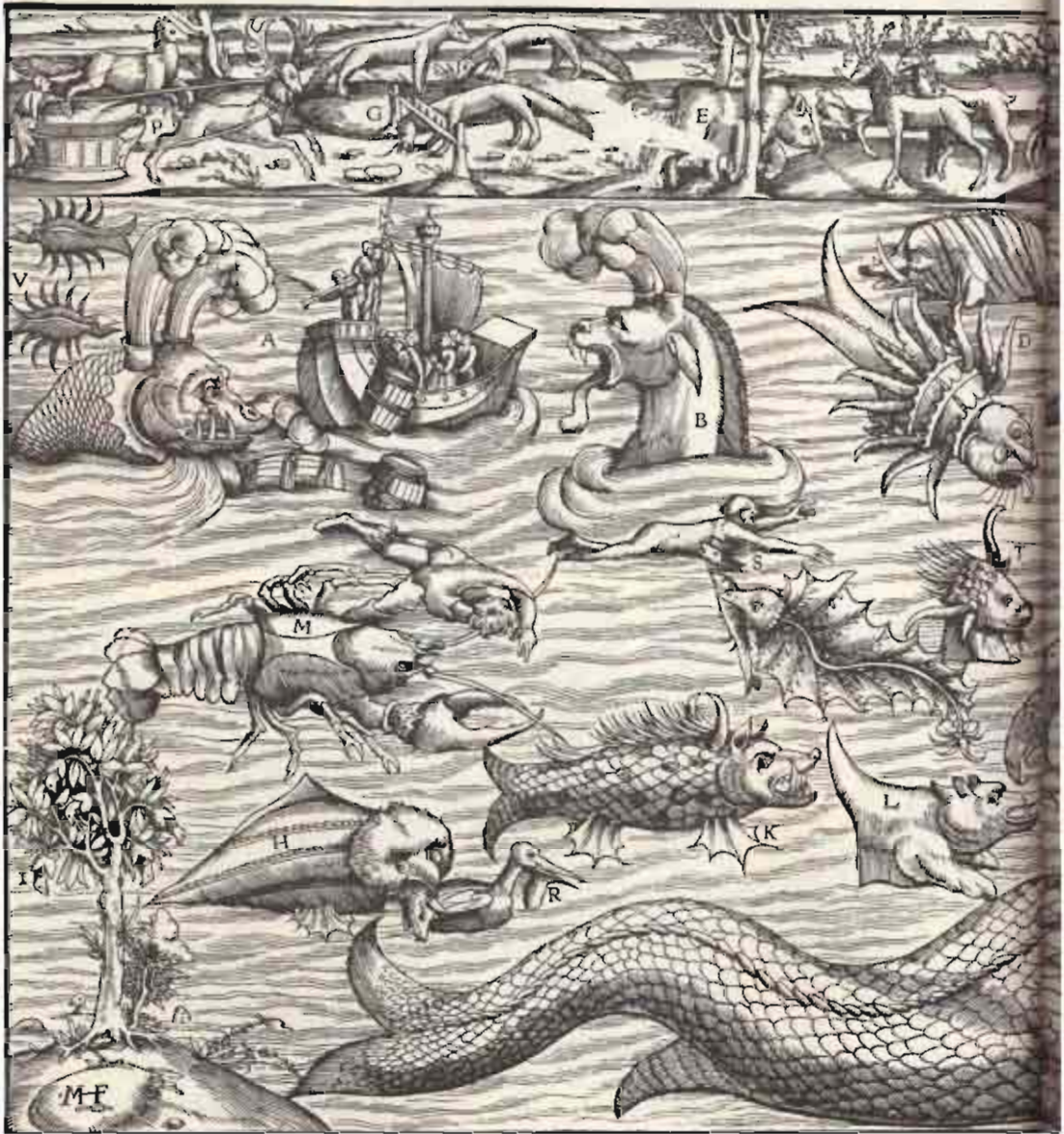


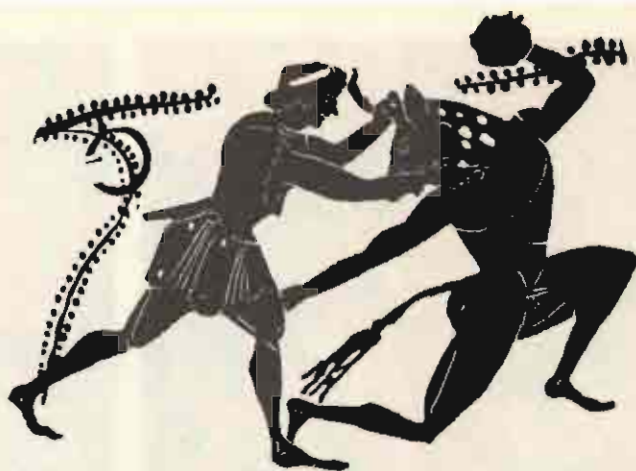
*И что же видит?.. за столом
Сидят чудовища кругом:
Одни в рогах с собачьей мордой,
Другой с петушьей головой,
Здесь ведьма с козьей бородой,
Тут осто в чопорный и гордый,
Там карла с хвостиком, а вот
Полужуравль и полукот.*

А. С. ПУШКИН

Из тьмы времен, сквозь толпы племен и народов пробилась к нам легенда о Химере. В древнегреческой мифологии Химера — это порождение Тифона, стоглавого огнедышащего чудовища (Зевс, гласит легенда, победив Тифона, навалил на него громаду горы Этны, из вершины которой дыхание Тифона извергается потоками огня, камней и дыма), и Ехидны, полуженщины-полузмеи. Химера — это невиданная тварь (христианство отождествляло ее с дьяволом) с львиной пастью, козьим туловищем и хвостом змеи.

А еще фантазия людей создала стремительных кентавров — полуконей-полулюдей, коварных русалок — полурьб-полудев, сирен — полуженщин-полуптиц, своим сладостным пением завлекающих

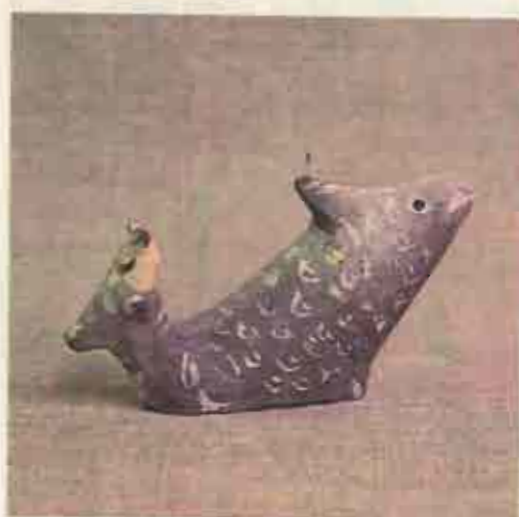




моряков и предающих их лютой смерти, крылатого коня — коня поэтов Пегаса, ужасающих драконов, кровожадных сфинксов и вампиров, а также фавнов, гаршии...

Сказочные чудища — такой же старый «пунктик» человека, как и, скажем, мысль о превращении одних веществ в другие (философский камень алхимиков). Однако парадокс нашего времени в том и состоит, что ныне все мысленно возможное обретает плоть и кровь. Ядерная физика позволила превращать одни элементы в другие. И вот теперь, благодаря успехам молекулярной биологии, очереди дошла и до воссоздания химер. (Правда, они не обязательно должны иметь отталкивающий облик. Герой одного из рассказов фантаста Э. Рассела захотел приобрести голубого носорога в семнадцать дюймов и весом не больше девяти фунтов — меньше 4 килограммов!)







В 1745—1756 годах во Львове была издана любопытная энциклопедия. Называлась она «Новые Афины, или Полная академия всевозможных наук». В ней рассказывалось о камелopardax, верблюдорысях и других чудо-животных. Говорилось там и об анацефалах — безголовых людях с лицом посреди груди. Уж не о химерах ли шла речь?

И совсем напрасно толковые словари по-прежнему твердят, будто бы химера — это неосуществимая, несбыточная, странная мечта, пустая фантазия. И словосочетанию «строить химеры» осталось, видно, жить не долго, ибо ученые уже понимают язык молекул наследственности, несущих в себе код воспроизводства живого организма, и человек, изучив генный алфавит, пытается разбирать генные слова и силится понять генный синтаксис.

Что будет потом? Овладев новым языком, люди, несомненно, смогут писать на нем, то есть примутся конструировать живые существа уже по собственному усмотрению. Ученый XXI века, сидя перед компьютером, будет формулировать инструкции для создания совершенно неизвестных природе, запрещенных для нее видов растений и животных. Или новых видов почти человеческих существ?

Генная инженерия ваяла резкий старт. И возможно, не так уж долго придется ждать норы, когда оживут и химеры. Ну хотя бы наподобие тех, что украшают основания башен построенного в XII—XIII веках собора Парижской богородицы — Нотр-Дам де Пари.



ГЛАВА I ПО ПРИМЕРУ ПОЛИНГА



Наука строится из фактов, как дом из кирпичей, однако нагромождение фактов не есть наука, так же как груда кирпичей не есть дом.

А. ПУАНКАРЕ

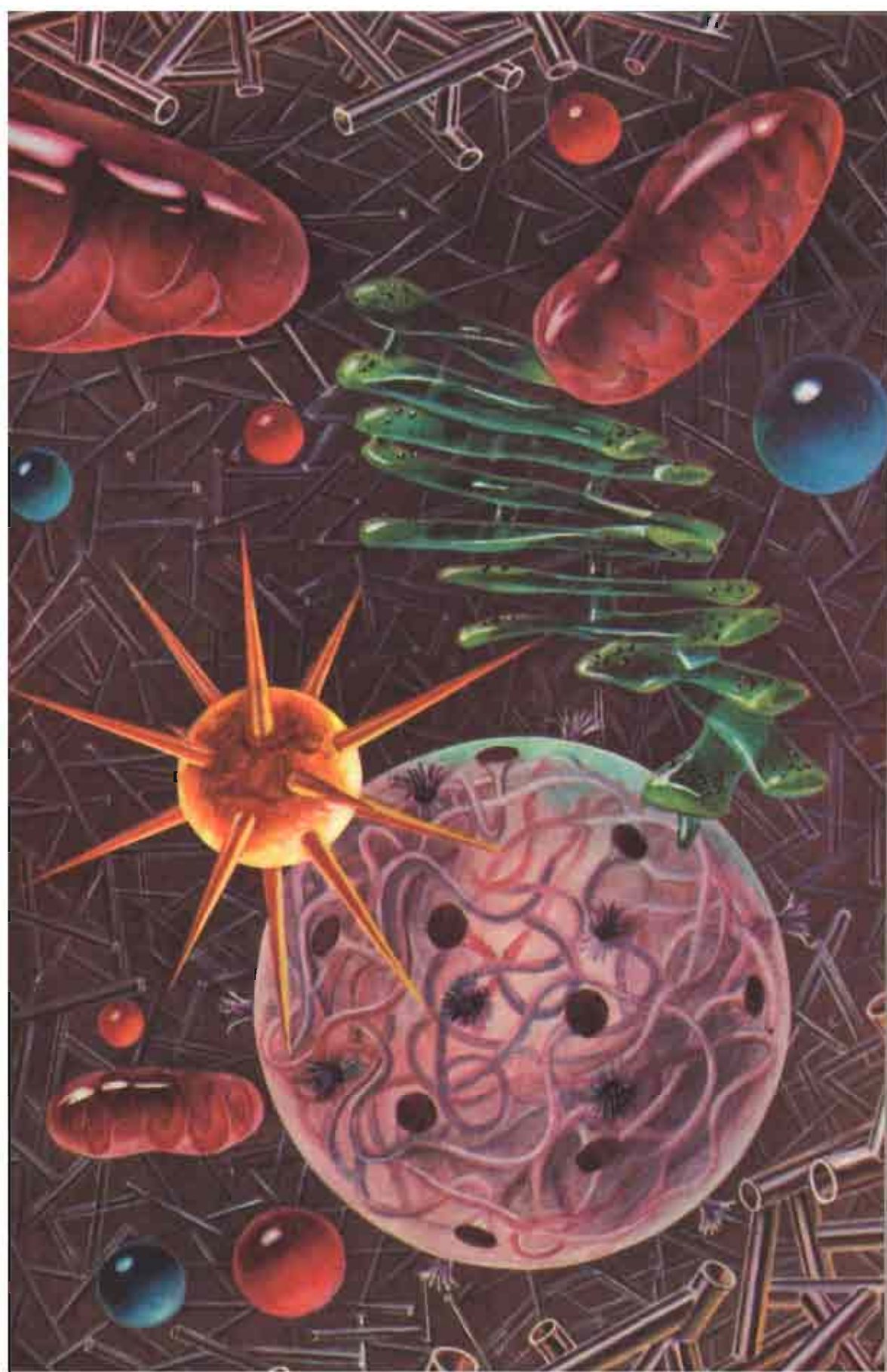
В известной русской сказке смерть Кощея была запрятана в яйцо, яйцо — в утке, утка — в зайце... Примерно так же хитро и дальновидно «захоронена» генетическая информация, определяющая развитие любого организма.

ГЕНЫ. Таинственные частички материи, вещества, заставляющие всякое творение природы быть похожим на своих родичей (кошки всегда приносят на свет котят, из семян пшеницы может вырасти только пшеница) и в то же время быть глубоко индивидуальным, непохожим ни на какое иное живущее создание.

Гены. Где они расположены? Как устроены? Как им удастся отдавать приказы на особом, биохимическом языке? Жестко диктовать: «Крылья, а не ноги; коричневые перья, а не голубые; квакать, а не щебетать!» Или так: «Плод оранжевого цвета, а не желтого; кислый, а не сладкий; круглый, а не продолговатый; с кожей толстой, а не тонкой!»

В головокружительные, темные, бездонные глубины живой клетки пришлось погрузиться ученым, чтобы разыскать наконец то место, где зашифрована ПРОГРАММА ЖИЗНИ слона или бактерии.

Модель (из стекла) клетки человека, увеличенной в миллион раз. ►



человека или лягушки, яблоки или микроскопической водоросли хлореллы, живших когда-то на Земле мамонтов или динозавров.

Хранилище, вместилище генов? Их потаенный склад? Теперь его адрес установлен. И то, что потребовало неистовых усилий стольких поколений исследователей разных стран, то, что являлось предметом жарких споров, ученых спиритств и распрей, что поначалу казалось подозрительным, наивным, незрелым, требовало проверки, строжайших доказательств, — теперь все это стало азбучными истинами, далекой историей науки, буднично и просто составляет пару страничек школьного учебника биологии.

ЗАСТЕНЧИВЫЙ ШВЕЙЦАРЕЦ

Я хочу воздать должное одному из незаметных ученых, Фридриху Мишеру, который немногим более ста лет назад, в 1869 году, где-то между Тюбингеном и Базелем открыл нуклеиновые кислоты. Как и следовало ожидать, никто не обратил ни малейшего внимания на это открытие. Тогда еще не заработала гигантская машина прессы, которая сегодня громкими фанфарами извещает мир даже о самом незначительном ходе науки на шахматной доске природы.

Э. ЧАРГАФФ

Да и сто лет спустя, в 1969 году, почти в наше с вами, читатель, время, никто особо не праздновал дату важного открытия — момента обнаружения молекул наследственности. И сегодня разыскать материалы для биографии Иоганна Фридриха МИШЕРА все еще совсем непросто.

Мишер (1844—1895), швейцарский биохимик, сын врача, прожил по нынешним меркам недолгую жизнь. Был чем-то вроде аспиранта в университете южногерманского города Тюбингена, на кафедре Гоппе-Зейлера (1825—1895), одного из основоположников современной биохимии, наставника многих известных ученых (в том числе и русских: И. М. Сеченова, Г. А. Захарьина, В. П. Боткина, П. И. Дьяконова, В. А. Манассеина и других). Лаборатория Эрста Феликса Иммануэля Гоппе-Зейлера была тогда Менкой приверженцев «физиологической химии». Здесь-то двадцатипятилетний Мишер и совершил свое выдающееся открытие. (Впрочем, необходимо отметить, что, строго-то говоря, не Мишер подвинул, возвел, прославил имя ДНК, а сама эта замечательная молекула, ладным числом, всем своим «авторитетом» в науке увековечила имя Мишера.) Обстоятельства открытия были таковы: исследователь обрабатывал элементы крови, лейкоциты, ферментом желудочного сока, разрушающим белки, — пепсином. Клетки «разваливались» — что можно было наблюдать в микроскоп, — но их ядра оставались неприступными. Мишер выделил содержащееся в ядрах неизвестное (небелковой природы) вещество с необычайно большим содержа-

нием в нем фосфора и азота и, не мудрствуя лукаво, назвал его «нуклеином», то есть «ядерным» (от латинского nucleus — ядро). Детальному изучению нуклеиновых кислот Мишер посвятил, покинув лабораторию учителя и вернувшись в родной Базель, оставшуюся часть жизни. Он скупо сообщал о результатах своего труда, и лишь после смерти Мишера его друзья и близкие, разобравшись в кипах лабораторных тетрадей, черновиков, записей, сделанных в спешке, и перерывах между опытами и лекциями, которые он читал в Базельском университете, выпустили в 1897 году в свет книгу, озаглавленную: «Работы Ф. Мишера по гистохимии и физиологии». На первой странице сборника был помещен портрет: хорошее, слегка смущенное (или печальное?) лицо, лицо одного из тех людей, которые, кажется, с рождения не снимали со своей головы шанку-невидимку.

Видимо, так уже и не удастся установить, сознавал ли застенчивый швейцарец всю значимость своего открытия. Или же его тщательнейший научный розыск — просто следствие прилежания и педантичности? Несомненно только то, что предчувствия важности содеянного, интуиция разведчика новых научных земель тревожили его. В одном из многих писем к своему родственнику, профессору Вильгельму Гису, Мишер высказывал предположение, что ключ к решению проблемы передачи наследственных свойств будет найден стереохимиками.

Вот его подлинные слова о стереоизомерах: «...С их помощью мы можем выразить все бесконечное многообразие наследственных признаков, подобно тому как при помощи ДВАДЦАТИ ЧЕТЫРЕХ ИЛИ ТРИДЦАТИ БУКВ АЛФАВИТА МЫ МОЖЕМ СОСТАВЛЯТЬ СЛОВА И ВЫРАЖАТЬ МЫСЛИ НА ЛЮБОМ ЯЗЫКЕ...» (Выделено мною. — Ю. Ч.)

УДАЧНЫЙ ВЫБОР

В начале XX века открытие Мишера было прочно забыто. В те времена у всех биологов на устах было совсем другое имя — Грегор Иоганн МЕНДЕЛЬ.

Мендель (1822—1884), сын бедного сilesкого крестьянина, вынужден был поступить послушником в августинский монастырь святого Фомы города Брюнна (ныне Брно, Чехословакия). Был посвящен (1847) в священники (мирское имя «Иоганн» он поменял на церковное «Грегор»), но никаких церковных обязанностей не исполнял, а занимался преподаванием наук. Был в разное время учителем математики и греческого языка, позже физики и естественной истории и занимался опытами по скрещиванию растений. (В прошлом веке в школах и гимназиях Австро-Венгрии часто можно было видеть монахов, они преподавали не только «слово

божие», но и светские науки — химию, ботанику, зоологию. Мендель вначале учился в Ольмюцком философском институте, а в 1851 году администрация монастыря посылает его в Венский университет для изучения естественных наук.) Менделя интересовали две далекие друг от друга дисциплины — математика и ботаника. Ему нравилось возиться с растениями в монастырском саду (крохотном, 7 на 35 метров, под окнами своей кельи), ибо с детства он приобрел практические навыки в садоводстве. Восемь лет (начал в 1856 году) неторопливо и тщательно этот странный монах проводил загадочные опыты — скрещивал различные сорта садового гороха и терпеливо фиксировал результаты, подвергая их математической обработке. В 1865 году итоги работы были доложены в Брюнском обществе естествоиспытателей и опубликованы (труд назывался «Опыты над растительными гибридами») в «Записках» того же общества (1866). Злые языки утверждали, что издатели поместили работу Менделя в сборник только потому, что более интересных материалов тогда не нашлось. Но не будь этой публикации, Мендель не стал бы всемирно известным исследователем, отцом учения о наследственности! Однако тогда печатное детище Менделя не вызвало никакого отклика в научном мире. (Известно, что труды общества естествоиспытателей в Брюно со статьей Менделя были разосланы в 120 научных библиотек мира, сам Мендель дополнительно распространил 40 оттисков.) Не было ни дискуссий, ни просто вопросов к творцу новой науки. Чувствуя всю шаткость своего положения никому не известного любителя, Мендель решил обратиться к светилам тогдашней ботаники. Его выбор пал на немецкого ботаника Карла Вильгельма Негели (1817—1891), ибо Негели был одним из первых, кто пытался применить математические методы в ботанике. Ответ Негели на послание Менделя был кратким и сухим. При жизни Менделя его выдающиеся, теперь классические, исследования не были по достоинству оценены, хотя не только Негели, но и другие крупные биологи знали о них. Ученый скончался, не подозревая о произведенном им революционном перевороте в научных взглядах. Лишь в 1900 году непонятная и забытая работа Менделя привлекла вдруг всеобщее внимание. Сразу несколько исследователей — Х. Де Фриз в Голландии, К. Корренс в Германии и Э. Чермак в Австрии — на собственных опытах убедились в справедливости выводов Менделя.

Своими научными успехами Г. Мендель обязан также и необычайно удачным выбором объекта исследований. Всего в четырех поколениях гороха он обследовал 20 тысяч потомков. А представьте себе, что Мендель ставил бы эксперименты не на горохе, а на... слонах или на каких-то других крупных сельскохозяйственных животных (до гороха Мендель возился — безуспешно — с мышами): тут бы ни средств, ни времени, ни терпения ему бы не хватило!

Горох был удобен еще и по иным соображениям. Потомство этого

растения обладает рядом четко различимых признаков — зеленый или желтый цвет семян, гладкие или, напротив, морщинистые семена, вздутые или четкообразно перетянутые бобы, длинная или же короткая стеблевая ось соцветия и так далее. Переходных, половичатых, «смазанных» признаков не было. Всякий раз можно было уверенно говорить «да» или «нет», «или — или», иметь дело с альтернативой. А потому и оспаривать выводы Менделя, сомневаться в них не приходилось. И все положения теории Менделя уже никем не были опровергнуты и по заслугам стали частью золотого фонда науки.

«ПРОСТО КОРОТКОЕ И УДОБНОЕ СЛОВО»

Красота интеллектуальная дает удовлетворение сама по себе, и, быть может, больше ради нее, чем ради будущего блага человеческого, ученый обрекает себя на долгие и тяжкие труды... Наш ум так же немощен, как и наши чувства; он растерялся бы среди сложностей мира, если бы эта сложность не имела своей гармонии... Только те факты достойны нашего внимания, которые вводят порядок в этот хаос и делают его доступным нашему восприятию.

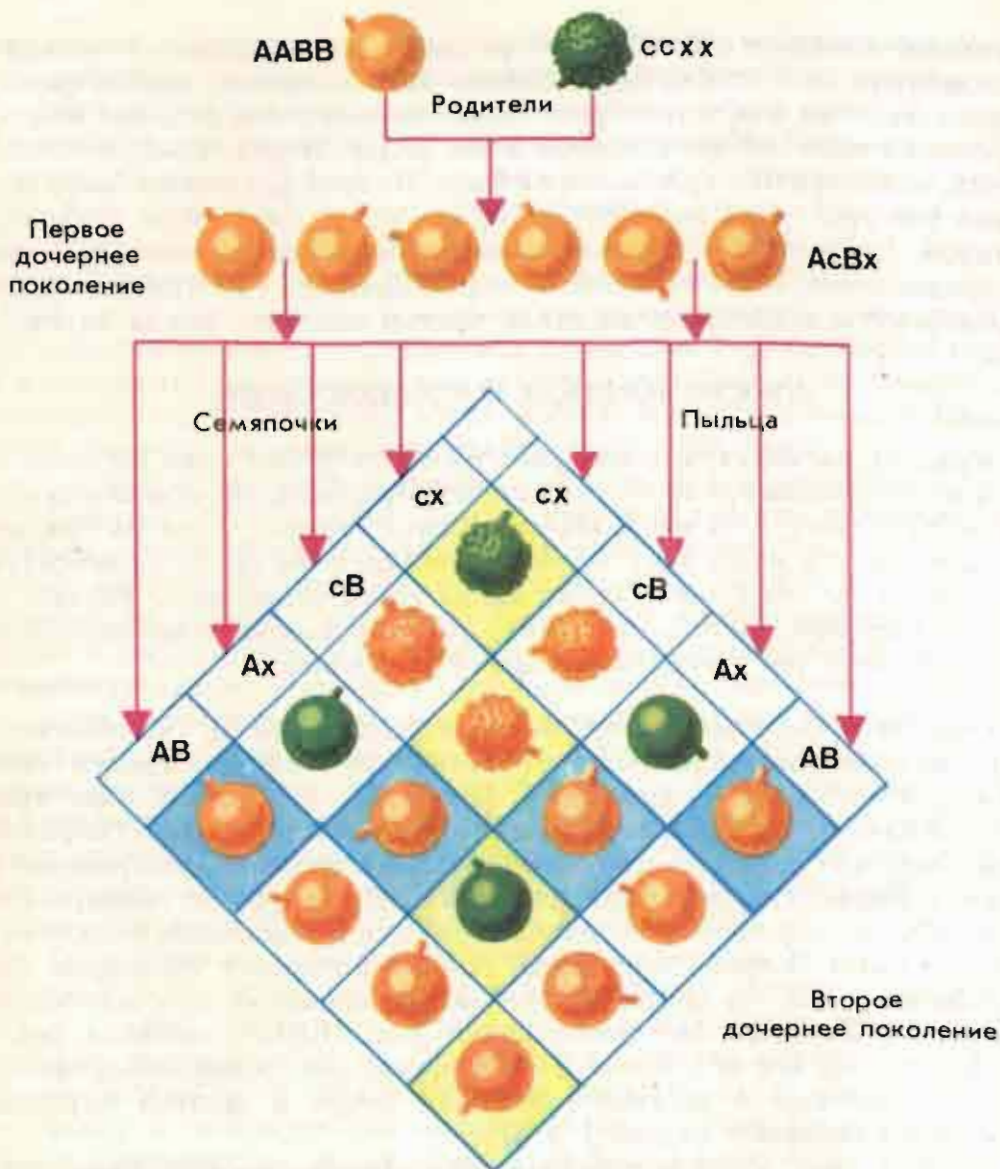
А. ПУАНКАРЕ

Считается (мнение доктора биологических наук М. Голубовского и других знатоков менделизма), что только тот владеет основами генетики, для кого один из выводов Г. Менделя — 3:1 — ясен, «как простая гамма». (Расщепление признаков во втором поколении гибридов «три к одному»). Скажем, при скрещивании «сильного» желтозерного гороха с зеленозерным первое поколение гибридов будет обязательно иметь желтые горошины. Однако в следующем поколении появляются и «слабые» зеленые горошины, причем в строгом численном соотношении — 1:3, — в среднем один зеленозерный на три желтозерных ростка. Зеленый цвет может дать только ОДНО сочетание: зеленый+зеленый, все остальные ТРИ комбинации: зеленый+желтый, желтый+зеленый и желтый+желтый — ведут к желтой окраске. Отсюда и возникают цифры 1 и 3)

На этот счет у студентов-генетиков Ленинградского университета есть даже особая песенка. Начало у нее такое:

· Три к одному — какой закон!
Как много дум наводит он...

Гармония чисел, согласие явлений природы, стройность и порядок, проглядывающие сквозь путаницу и кавардак явлений. Многие историки науки полагают, что Мендель будто бы знал, что он ищет. Что-де он сначала интуитивно проник в «душу природных событий», а уже затем так спланировал свои опыты, чтобы озарившая мозг идея выявилась наилучшим образом и в кратчайшие сроки. Потому-то он останавливается на лучше всего пригодном для опытов виде растения-самоопылителя — горохе. Оттого два года отбирает наиболее пригодные признаки. И затем берет для экспериментов ровно столько



Опыт Менделя: скрещивание гороха гладкого и желтого с морщинистым и зеленым. В первом поколении образуются лишь гладкие и желтые горошины (доминантные признаки), во втором происходит расщепление признаков по формуле 9 (гладкие и желтые); 3 (морщинистые и желтые); 3 (гладкие и зеленые); 1 (морщинистые и зеленые).

растений, сколько нужно: чтобы можно было установить «численные отношения» для генетических законов.

Все это и породило красоту и стройность установленных Менделем пропорций. Так, к примеру, при свободном комбинировании двух пар признаков — окраски (желтые, «сильные», или, по-научному, «доминантные» семена и семена зеленые, «слабые», или «рецессивные») и формы семян (гладкая — доминантная и морщинистая — рецессивная форма) у гороха в первом поколении наблюдается желтый

и гладкий горох. Но затем происходит расщепление признаков в строгой пропорции:

9:3:3:1.

В среднем из 16 растений 9 желтых и гладких гибридов, 3 желтых и морщинистых, 3 зеленых и гладких и только 1 зеленый и морщинистый. О, тут нет никаких сомнений, именно гармония, словно свет, озарила первые шаги зарождающейся науки — генетики. Мендель руководствовался прежде всего ПРИНЦИПОМ КРАСОТЫ, и она, красота, проникла на страницы его научных рукописей!

После работ Менделя и его переоткрывателей трудно было сомневаться в том, что передачу наследственных признаков осуществляют какие-то имеющиеся в клетках «частицы». Именно Мендель фактически ввел в науку понятие «гены», хотя называл их «факторами». Коротенькое слово «ген» (от греческого *genos* — род, происхождение, отсюда пошли и родственные слова — генезис, генофонд, геном, генетика и им подобные) предложил в 1909 году в книге «Элементы точного учения об изменчивости и наследственности» датский биолог Вильгельм Людвиг Иогансен (1857—1927).

Следует отметить, что Иогансен — как и Мендель, он не был ученым-профессионалом, свою научную «карьеру» начинал учеником аптекаря, — склонялся к пониманию гена как чистой абстракции, только как подходящего термина для истолкования явлений наследственности. «Ген — это просто короткое и удобное слово, которое легко сочетается с другими», — писал он.

До конца жизни этот ученый не принимал попыток материального воплощения предложенного им понятия. «Слово «ген» — настаивал он, — свободно от всякой гипотезы; но выражает лишь тот твердо установленный факт, что многие особенности организма обусловлены... «состояниями», «основами», «зачатками» — короче, тем, что мы именно будем называть генами».

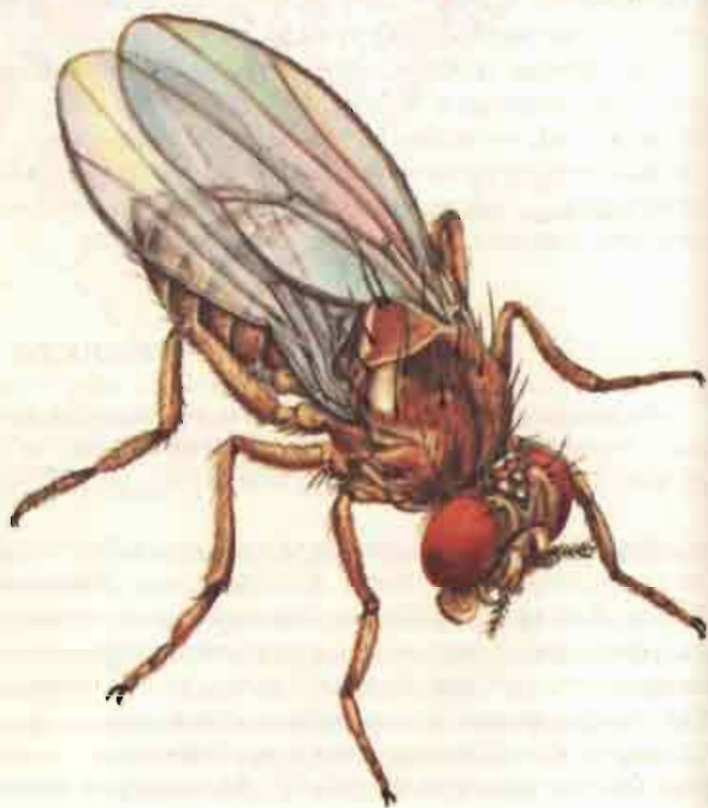
ПОМОГЛИ ТРУДНОСТИ

А увидеть гены, превратить это поначалу полумифическое, зыбкое, ускользающее понятие в реальность, в нечто материально видимое и различимое удалось американцу Томасу Ханту МОРГАНУ.

Морган (1866—1945), биолог, как и Мендель, один из основоположников генетики. Коллеги из Колумбийского университета (Нью-Йорк) в 1908 году были удивлены, когда он, профессор экспериментальной зоологии, получивший уже широкую известность как эмбриолог (эмбриология — наука о зародышах человека, животных, растений), решил заняться модной, но неустоявшейся наукой — генетикой. Но Морган стоял на своем, он хотел проверить, действительно ли, как утверждал Г. Мендель, в клетках существуют гены?

Морган обладал редким умением собирать вокруг себя талантливую молодежь. Один из его будущих ближайших сотрудников — Бриджес — зашел к Моргану, чтобы узнать, нельзя ли немного подработать, и получил задание мыть пробирки. Через неделю ему полюбили не только шеф, но и наука генетика. Девятнадцатилетний студент-второкурсник Алфред Генри Стёртевант (1891—1970) был страстным лошадиником, рылся в книгах, пытаясь установить, как наследуется масть. Отчаявшись, он пошел за разъяснениями к Моргану и — остался в его лаборатории. Через год Стёртевант сделал большое открытие: обнаружил явление сцепления генов. (Позже он был удостоен многих званий, в частности стал членом Национальной академии наук США.) Еще пример. Будущий классик генетики Герман Джоузеф Мёллер (1890—1967) жил и учился в другом городе. Ему было всего семнадцать, он только что поступил на первый курс, но уже регулярно отправлял Моргану толстые письма, где излагал... теоретические наброски экспериментов, которые должны были пролить свет на проблему наследственности. В 1946 году Мёллер стал нобелевским лауреатом. (Любопытно, что в 1933—1937 годах он работал в Москве в Институте генетики АН СССР, куда его пригласил академик Н. И. Вавилов. Вернувшись в Америку, Мёллер долго не мог найти подходящей работы: его считали коммунистом! Обозленный, он, ненавидящий антисемитизм, немец по национальности, чтобы подразнить власти, стал выдавать себя за еврея.)

*Дрозофила, ее научное название *Drosophila melanogaster*, что означает «любительница росы с черным брюшком» (все мы не раз видели эту мушку, вьющуюся вокруг перезрелых фруктов), стала для Моргана величайшей удачей. И сегодня число исследователей, занимающихся во всем мире этой мухой, исчисляется не одну тысячу.*



Морган делал ставку на молодых и не ошибся: в его лаборатории родилось множество замечательных открытий. Сам же он был президентом Национальной академии наук США (с 1927 по 1931 год), стал почетным членом АН СССР в 1931 году (что, однако, не помешало в послевоенные годы Т. Д. Лысенко и его приспешникам объявлять Моргана метафизиком и идеалистом). В 1933 году Морган был удостоен Нобелевской премии.

А еще Моргану помогли трудности. Ученый обычно работал с кроликами, мышами и крысами, но в то время бюджет университетской лаборатории был весьма скромен, денег на сооружение большого вивария ему не давали. Пришлось искать новый экспериментальный объект, и Морган выбрал крошечную плодовую мушку-дрозофилу. (Ее научное название *Drosophila melanogaster*, что означает «любительница росы с черным брюшком», все мы не раз видели эту мушку, выющуюся вокруг перезревших фруктов.)

Дрозософила стала для Моргана величайшей удачей. (Редкий случай, когда скупость снабженцев оказала науке неоценимую услугу!) И сегодня число исследователей, занимающихся во всем мире этой мухой, насчитывает не одну тысячу. Почему? Что сделало мушку такой популярной? Об этом стоит поговорить особо.

КАК БУСИНЫ НА НИТКЕ

Четыреста поколений — сто веков, десять тысяч лет. Это срок, который охватывает собою всю историю человеческого общества — от ранних побегов цивилизации в первых, еще примитивных поселениях городского типа до космических трасс современности. Все в него вместилось: блеск античного мира, великие переселения народов, рост нынешних мегаполисов, Гильгамеш, Гомер, Данте и научная фантастика. Вся история от эпохи неолита... Четыреста поколений плодовой мушки-дрозофилы укладываются примерно в семнадцать лет. У мушиного народа свой счет времени, свой бег генетической истории...

Г. ЗЕЛЕНКО, Т. ЧЕХОВСКАЯ «СТО ВЕКОВ МУШИНОГО НАРОДА»

Стеллажи, стеллажи... От пола до потолка. В неярком свете люминесцентных ламп (шестнадцать часов — день, с полночи до восьми утра — ночь) поблескивают на стеллажах тысячи пробирок-стаканчиков. В них ползают, вьются, копошатся крохотные существа с прозрачно-серыми крылышками...

Дрозософилу, это маленькое насекомое (длина около 3,5 миллиметра) со вздутым телом и обычно красными глазками, легко разводить в пробирках на засеянных дрожжевыми клетками растертых бананах или просто манной каше с изюмом.

Главное достоинство дрозофилы — ее плодовитость. При температуре 25 градусов по Цельсию новое поколение мух появляется на свет через 10—12 дней. Одна самка может дать более 1000 по-

томков. Потому только за год удается получить 30—35 поколений и изучить сотни тысяч особей. Богатейшие возможности для тех, кто проследживает длинные наследственные линии!

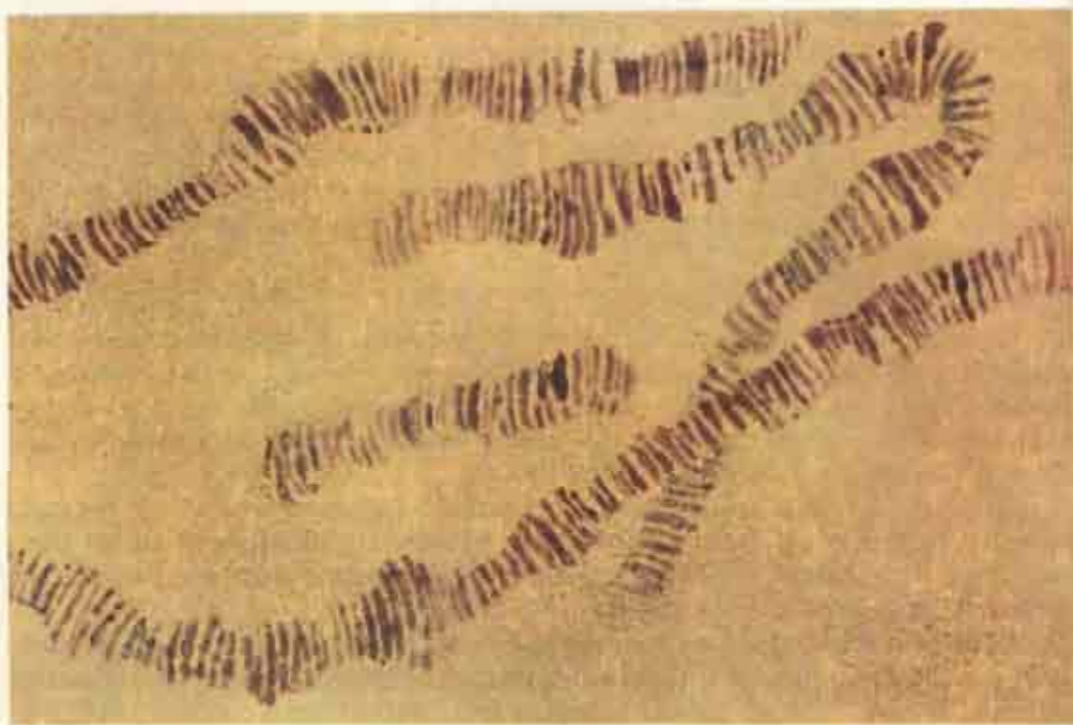
А еще дрозофила привлекательна вот чем. Наследственные проявления у нее бесчисленны и вместе с тем просты и легко различимы (как окраска, форма семян и другие признаки у выбранного когда-то Г. Менделем гороха).

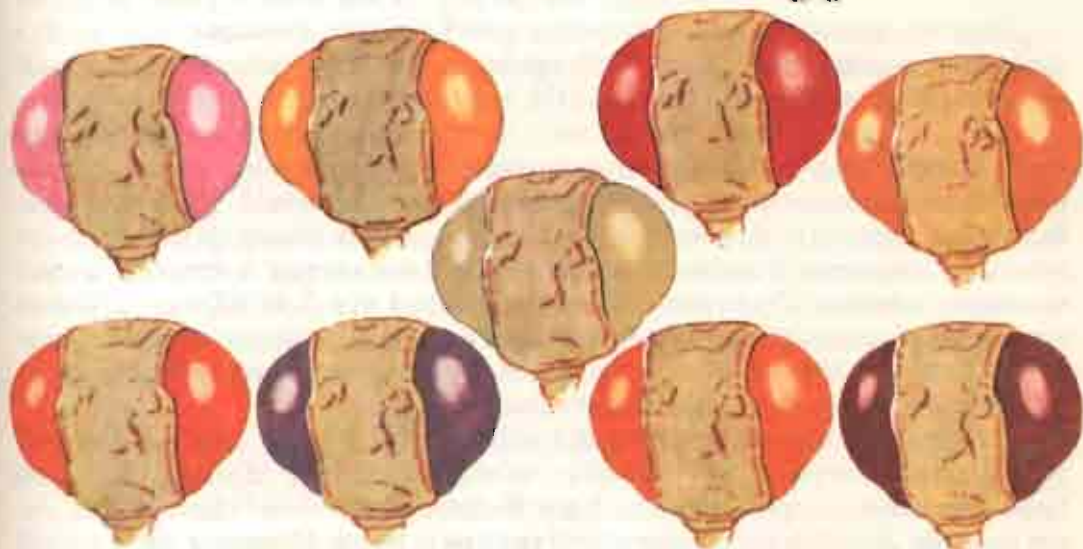
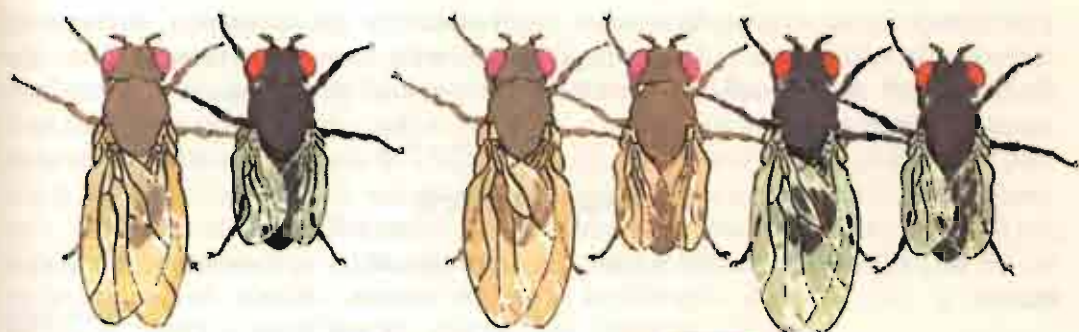
Мушки различаются укороченными крыльями (они могут быть и совсем маленькими, и загнутыми вверх и так далее), цветом глаз (белые вместо нормальных, красных) и иными особенностями. Как за всем этим уследить?

Вот экспериментатор достает со стеллажа одну из пробирок, быстро удаляет закупоривающую пробирку ватку, заменив ее другой, смоченной в эфире. Мушка замирает в глубоком и длительном обмороке. Теперь-то ее можно детально обследовать под микроскопом, не торопясь, поворачивать спинкой или брюшком, зарисовать форму глаз и крылышек...

Исследуя в микроскопе ядра клеток дрозофилы, Морган и его ученики установили фундаментальные факты. Особые ядерные тельца — хромосомы (от греческого *chroma* — краска и *soma* — тело, названы так вследствие их способности сильно окрашиваться определенными красками, они делают хромосомы хорошо видимыми, что облегчает их изучение) меняли свою структуру, форму,

Так выглядят гигантские хромосомы. Их изучение позволило Моргану создать хромосомную теорию наследственности.





Мутации цвета тела, размера крыльев и окраски глаз у дрозофилы.

состав вместе с изменениями облика самой дрозофилы. Значит?.. Следовательно, сделал Морган вывод, гены должны локализоваться именно в хромосомах.

Не сразу, не вдруг пришел Морган к такому заключению. ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ стала результатом огромной серии экспериментов (благо, плодовитость дрозофилы позволяла!).

Понятно, поначалу моргановские представления многим казались невероятными. Николай Иванович Вавилов (1887—1943), в 1921 году побывавший в США у Моргана, вспоминал позднее: «В этой лаборатории скептики выслушивались с особым вниманием. Исходя из сложности явлений наследственности и развития, мы полагали в то время, что строгое расположение генов в хромосомах в виде бус в линейном порядке мало вероятно. Такое представление казалось нам механистическим. Подобно другим, мы высказали наши сомнения Моргану. Он ответил нам, что он сам как эмбриолог вначале был большим скептиком, но колоссальное количество фактов наиболее просто объяснялось и объясняется линейным расположением генов. Он предложил нам посвятить несколько дней кон-

кретному просмотру опытных материалов, на которых построена линейная гипотеза, добавив при этом, что охотно согласится с любой другой гипотезой, удовлетворительно объясняющей все наблюдаемые факты».

ОПЫТЫ ЭВЕРИ

В науке часто важно не кто был первым, а кто оказался последним.

Э. ЧАРГАФФ

Состав хромосом, их строение необычайно сложны. Это смесь многих компонентов. Тут и открытые Ф. Мишером нуклеиновые кислоты. Их имена — ДНК и РНК, это сокращения, которые, должно быть, из-за позднее осознанного почтения принято писать с большой буквы; полное же и труднопроизносимое их название — дезоксирибонуклеиновая и рибонуклеиновая кислоты. И различные белковой природы ферменты (а белки с давних пор считаются основным элементом жизни; здесь можно сослаться хотя бы на известную цитату Фридриха Энгельса в «Анти-Дюринге»: «Жизнь есть способ существования белковых тел»), и многие другие вещества. Так кто же из них ведает наследственностью, определяет ее, служит ее материальным носителем?

Ответы на все эти вопросы, казалось бы, дали опыты Освальда Теодора Эвери (1877—1955), человека, как и Мишер, большой скромности и сдержанности. Ему было немало — 67 лет, когда он, сотрудник Рокфеллеровского института в Нью-Йорке, сделал важный вклад в учение о генах.

В 1944 году в статье Эвери и его сотрудников была раскрыта **ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА** вещества, ответственного за наследственные изменения.

Эвери экспериментировал с пневмококками — микронных размеров бактериями, вызывающими у людей воспаление легких. И показал, что наследственные черты могут передаваться от одной бактерии к другой через посредство очищенного препарата молекул ДНК.

Исследователи, вводя в культуру пневмококков ДНК, выделенную из микробов того же вида, но другой расы, вызвали у пневмококков появление нового признака, которым они прежде не обладали, но который был у «бывших владельцев» ДНК.

Чтобы еще больше уверить себя (и мир!) в своей научной правоте, экспериментаторы провели и контрольный опыт — перед тем как вводить, разрушили ДНК. На этот раз эффект передачи нового признака не наблюдался.

Важные наблюдения! До этого считалось общепринятым, что гены — это особый тип белковых молекул, но нуклеиновые кислоты вовсе не были белками!

Если учесть еще и тот факт, что присутствие ДНК было обна-

ружено в хромосомах всех клеток, опыты Эвери заставляли предположить, что все гены состоят не из белка, а из ДНК. А если это так, то вовсе не белки станут Розеттским камнем (эта базальтовая плита с идентичными надписями на древнеегипетском и древнегреческом языках помогла в 1822 году Ж. Ф. Шампольону начать расшифровку египетской иероглифической письменности) в раскрытии секрета жизни. Именно ДНК, казалось бы, должна дать ключ, который позволит узнать, каким образом гены определяют, в числе прочего, цвет наших волос и глаз, вероятно, и наш ум, а может быть, и нашу способность нравиться другим.

Тут историки науки вынуждены были вспомнить событие 75-летней давности — обнаружение Ф. Мишером нуклеиновых кислот, осознать значимость этого открытия, воздать должное этому скромному подвижнику науки.

Впрочем, в 40-х годах мнение о связи генов с ДНК еще не было однозначным. Многие тогда считали бактерии (пневмококки!) совсем особой формой жизни, где все не так, как у людей или животных. Были и другие сомнения. Прославленный генетик Г. Мёллер полагал, что ДНК — это просто вещество, способное вызывать изменения в генах, то есть производить мутации. А что-де сами-то гены имеют белковую природу...

ТРУБАДУР ГЕНЕТИКИ

Так что же все-таки собой представляют гены? Как устроены? Какова их молекулярная природа? Об этом в 30-е годы нашего века (дело было в Берлине) велись горячие споры в группе интересующихся биологией физиков. Заводилой там был немец Макс Дельбрюк (в 1937 году он эмигрировал в США). Он-то и пригласил русского биолога Николая Владимировича ТИМОФЕЕВА-РЕСОВСКОГО обучить физиков генетике.

Тимофеев-Ресовский (1900—1981), один из создателей радиационной генетики, родился в Москве. В годы гражданской войны с оружием в руках в рядах Красной гвардии он защищал Советскую власть, окончил МГУ (1925), был учеником известных русских генетиков Н. К. Кольцова (1872—1940) и С. С. Четверикова (1880—1959). Участник (1921—1925) известного тогда в научных кругах Москвы семинара, который в шутку называли «Дроздоор», что означало «совместное оранье дрозофилистов». Н. К. Кольцов на запрос наркома Н. А. Семашко послать кого-то из советских генетиков для организации генетической работы в Германии назвал Тимофеева-Ресовского. Так этот ученый оказался в Германии, где вынужден был оставаться до 1945 года. Широким кругам читателей имя Тимофеева-Ресовского стало известно лишь после публикации повести писателя Даниила Гранина «Зубр», хотя этот ученый является автором многих капитальнейших исследований в генетике.

Именно он вместе с немецкими физиками К. Циммерманом и М. Дельбрюком сделали для биологии то, что когда-то Э. Резерфорд сделал для физики. Резерфорд (1871—1937), обстреливая альфа-частицами металлические экраны (золотая фольга толщиной в несколько тысяч атомов), установил, что подавляющее большинство атомных снарядов пролетало сквозь преграду, как если бы она была прозрачной, лишь малая их часть (примерно одна альфа-частица из 8000) отклонялась на значительные углы и даже поворачивала назад! Так у атома было обнаружено ядро, так была создана планетарная модель атома, с ядром-солнцем и планетами-электронами. Примерно к тому же результату пришел и Тимофеев-Ресовский. Он подвергал дрозофил действию строго определенных доз ионизирующего излучения и регистрировал число мутаций — наследственных изменений. И в его опытах, как и у Резерфорда, лишь малая часть квантов излучения производила мутации. Так Тимофеевым-Ресовским и его немецкими коллегами было показано, что, подобно ядру в атоме, гены занимают в клетке лишь ее ничтожнейшую часть. Исследователи, рассматривая генетические структуры как «мишени», примерно оценили объем одного гена — его размер составлял 3000 атомов. Так были вычислены линейные размеры гена. С этой-то работы практически и началась молекулярная генетика. Это и другие исследования Тимофеева-Ресовского свидетельствовали, что он умел в сложном увидеть его главные, наиболее существенные черты, мог так упростить ситуацию, чтобы при этом «не выплеснуть с водой и ребенка». Ученый любил повторять: «Нам деньги платят не за то, чтобы усложнить, а чтобы упростить». Ему принадлежит много шуточных афоризмов. Оценивая некоторых ученых, он обычно приговаривал: «Этот звезды неба не портит» (то есть звезд с неба не хватает).

«Что есть ген? — заседали на Тимофеева-Ресовского, когда он оказался в Германии, вездельные немецкие физики. — Какова его структура? Каков смысл мутаций генов?»

«А вот я вас, физики, спрошу, — отвечал находчивый в дебатах ученый. — А из чего состоит электрон? Вы смеетесь? Но так же смеются генетики, когда у них допытываются, из чего состоит ген».

«Вопрос о том, что такое ген, выходит за рамки генетики, и его бессмысленно адресовать генетикам. — продолжал Тимофеев-Ресовский. — Вы, физики (ему надо было бы добавить: «и химики». — Ю. Ч.), должны искать ответ на него...» Его многочасовые — обычно он метался по аудитории из угла в угол, словно тигр в клетке. — лекции никого не оставляли равнодушными. Николай Владимирович любил выступать перед любой аудиторией, статьи же этот трубадур генетики писать не любил; если удавалось записать его выступление, то запись можно было сразу, лишь расставив знаки препинания, публиковать как научную работу — так точны и продуманны были все формулировки, так строга логика выражения.

И еще ученым требуется постоянно болтать друг с другом. Для постороннего наблюдателя такое общение выглядит пустой тратой времени, а на самом деле без этого просто нельзя.

Д. Уотсон

Идеи Тимофеева-Ресовского и его немецких соратников о природе вещества наследственности вдохновили одного из создателей квантовой механики, лауреата Нобелевской премии, австрийца Эрвина Шрёдингера (1887—1961) написать (1944) книгу «Что такое жизнь с точки зрения физики?». В ней в изящной форме Шрёдингер высказал немало ценных соображений о генах.

Во-первых, он указал физикам, что перед ними стоит фундаментальная проблема, высочайшая цель, достойная их усилий. Во-вторых, он предположил, что особые «генные молекулы», видимо, представляют собой «аперриодический кристалл» (генные бусинки Т. Моргана?), состоящий из совокупности нескольких повторяющихся элементов, точная последовательность которых, подобно азбуке Морзе, и составляет КОД НАСЛЕДСТВЕННОСТИ. В-третьих, Шрёдингер поддерживал мысль (первым ее высказал другой известнейший физик, также лауреат Нобелевской премии, Нильс Бор (1885—1962) о том, что некоторые биологические явления (природа гена?) **нельзя** будет полностью объяснить, исходя лишь из традиционных понятий физики и химии. (Увы, это предположение позднее не подтвердилось: никаких «других законов физики» в живом открыто не было.)

Призывы Шрёдингера были услышаны. И вот вскоре после окончания второй мировой войны началась совершенно новая эпоха генетических исследований. Тон в ней задавали физики. В классической генетике ген мыслился абстрактным и неделимым, романтически же настроенные физики захотели «расщепить» ген, словно атом, докопаться до его генной сути, до физико-химической сердцевины.

Многие физики тогда переметнулись в биологию. Эти «новички» были подчас мало знакомы с достижениями генетики, но они привнесли с собой в эту область свое особое, физическое мышление, и это оказало сильное влияние на прогресс генных исследований.

Если, как это следовало из опытов О. Эвери, гены действительно заключены в молекуле ДНК, то необходимо детально изучить ее структуру. Подобные знания мог дать достаточно развитый к тому времени усилиями физики рентгеноструктурный анализ.

Направив узкий пучок рентгеновских лучей на кристалл, удастся зарегистрировать на фотопластинке за кристаллом картину, состоящую из большого числа закономерно расположенных пятен. Такая **рентгенограмма** позволяет установить все особенности структуры данного кристалла, расположение в нем атомов и их групп, их природу.

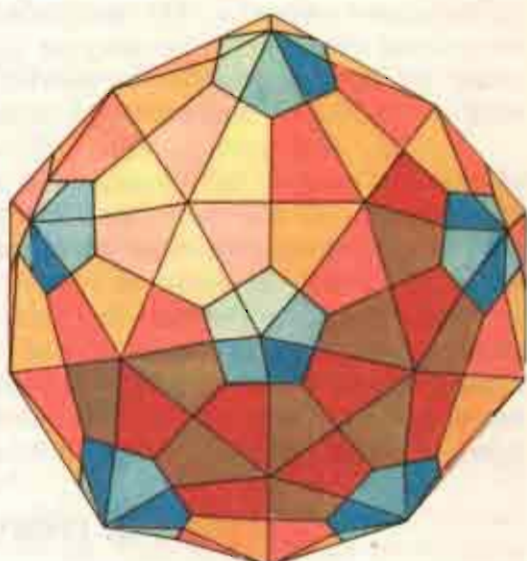
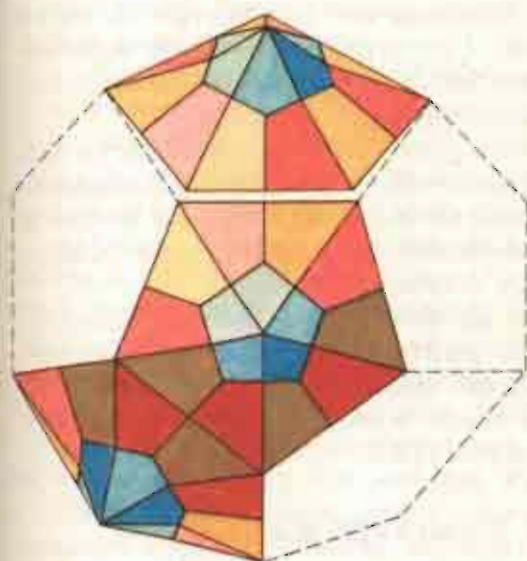
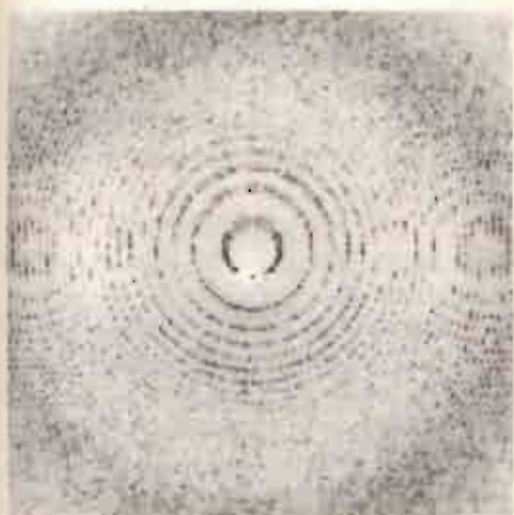
Вот такую кристаллографическую методику и пытались физики приспособить для изучения ДНК (этого «апериодического кристалла» — Шрёдингер) и других молекул живого. Анализируя, расширявая рентгенограммы, которые давало облучение ДНК, «болтая» с биологами, выпытывая у них необходимые для работы генные знания, не страшась упреков «в малограмотности», не робея ни перед какими авторитетами настоящего и прошлого, надеясь набрести на особые, физические законы жизни, дерзко, весело, с задором физики неуклонно шли вперед. И когда поднятая ими пыль рассеялась, из большого здания КЛАССИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ проклюнулась, а затем, окрепнув, расправила крылья и высоко поднялась новая ее ветвь — ГЕНЕТИКА МОЛЕКУЛЯРНАЯ.

ЧЕСТНЫЙ ДЖИМ

24 апреля 1953 года в английском научном журнале «Nature» («Природа») была напечатана статья, начинавшаяся словами: «Мы предлагаем вашему вниманию структуру соли дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Эта структура имеет некоторые новые свойства, которые представляют значительный биологический интерес».

Так в генных исканиях открылась новая эра. Так наконец в центр поисков была поставлена открытая Ф. Мишером 84 годами ранее молекула ДНК. Авторами упомянутой статьи были тогда мало кому известные англичанин Фрэнсис Харри Крик и американец Джеймс Дьюи УОТСОН.

Уотсон родился в Чикаго в 1928 году. Интерес к биологии привил ему отец: он дарил сыну книжки о птицах, брал с собой на прогулки за город. Из чтения в публичной библиотеке разных энциклопедий Уотсон узнал слово «эволюция», стал задумываться над тем, что же это такое — живые существа и откуда они взялись. Окончил (1947) Чикагский университет (поступил в него в 15 лет!), в 22 года стал доктором философии (кандидат наук, по-нашему) по зоологии, но вовсе не зоология заставила Уотсона покинуть родной Чикаго и переехать в Англию, в тихий научный городок Кембридж. До этого учителями Уотсона были выдающиеся генетики — Г. Мёллер, С. Лурия и М. Дельбрюк. («Сам Дельбрюк, — вспоминал впоследствии Уотсон, — увлекся биологией под влиянием Тимофеева-Ресовского. И если Лурия и Дельбрюк — мои отцы, то Тимофеев-Ресовский мой дедушка в ней».) Еще с университетской поры Уотсоном владело желание познать, что же такое ген. Эта жажда и привела его в Кембриджский университет, где он стал соавтором выдающегося открытия, которое потом сделало его почетным членом многих иностранных академий, консультантом президента США по науке, дало ему широкие возможности для организации исследований по молекулярной генетике. Уотсон прославился и своими резкими высказываниями о науке и ученых. Вот одно из них:



Методом рентгеновской кристаллографии удается получить вот такие дифракционные картины (вверху), а по ним построить модель вызывающего известное тяжелое заболевание незрелого (слева) и зрелого вируса полиомиелита.

«В науке нельзя добиться успеха, не усвоив той истины, что, вопреки повсеместному убеждению, поддерживаемому газетами и любящими мамашами, изрядная часть ученых не только узколоба и скучна, но и просто глуха». Другая шокирующая его ученых собратьев возмутительная реплика такова. Уотсон утверждал, что было бы лучше, если бы ученые переставали заниматься наукой, когда им стукнет 40 лет, освобождая место молодым. Забавно: сам он именно в 40 лет, забыв о собственных словах, вместе с возглавляемым им научным коллективом занялся новой для него областью — проблемой рака! Манера Уотсона высказываться напри-

мик о том, что его волнует, помогла ему нажить не только множество врагов, но и друзей. В Кембридже он получил прозвище «честный Джим». В 60-х годах Уотсон выступал с требованием прекратить все исследования, ведущиеся в США в области бактериологического оружия, и превратить военный химико-бактериологический центр Форт-Детрик в мирную лабораторию.

А еще Уотсона называли «счастливчик Джим». И не только потому, что научная его судьба сложилась удивительно счастливо (лауреатом Нобелевской премии он стал в 34 года). Счастливой случайностью для этого, тогда еще не оперившегося, биолога стала встреча в Кембридже с физиком Ф. Криком. Атмосфера научных исканий Уотсона и Крика и окружающих их людей нашла яркое отражение в на шумевшей некогда, быстро и неожиданно ставшей (наряду с последними опусами Агаты Кристи и Сименона) бестселлером, переведенной на множество языков книге Д. Уотсона «Двойная спираль», где подробно описаны все перипетии истории открытия структуры молекулы ДНК. (Эта книга, пожалуй, прославилась на всех континентах земли имена Уотсона и Крика больше, чем это сделали все, вместе взятые, их научные труды!)

Уотсон начинает рассказ с того момента, когда осенью 1951 года, переплыв океан, он появился в знаменитой научными традициями Кавендишской лаборатории Кембриджского университета и вошел в состав маленькой группы физиков и химиков (не генетиков!), изучавших пространственную структуру молекул белков.

В тот момент Уотсон был никому не известным, очень молодым, задиристым иностранцем. Тогда еще никто из знавших его исследователей не подозревал, какие могучие шансы на успех дает Уотсону твердая вера в то, что гены — это вовсе не белок, как это принято было думать тогда, а молекула ДНК.

«ОН ГОВОРИЛ ГРОМЧЕ И БЫСТРЕЕ ВСЕХ»

Особенный интерес для нас представляет набросанный в «Двойной спирали» портрет соратника Уотсона по изучению ДНК — КРИКА.

Ф. Крик родился в 1916 году, физик по образованию, степень бакалавра (во многих странах Запада это первое ученое звание; в средневековых университетах оно присваивалось студентам по завершении ими первого этапа образования: знак прохождения четырехлетней учебы в вузе, если по советским меркам) Крик получил еще в 1937 году; во время войны работал в Морском министерстве, создавал радарные системы — средства защиты от немецких мин, с 1947 года стал работать в Кембридже, интересовался строением биологических полимеров (к ним относятся многие белки и другие важные молекулы живого). Были тогда люди, которые сомневались в том, что научная удача еще улыбнется Крику. Извест-

ный физик Ф. Дайсон, к примеру, говорил, что ему жаль способного ученого, который упустил время, занимаясь военной наукой. А разница между военной наукой, добавлял Дайсон, и наукой вообще такая же, как между военной музыкой и музыкой, и что вряд ли выйдет что-либо путное из нового увлечения Крика биологией.

В «Двойной спирали» Уотсон утверждает, что-де бросить физику и заняться биологией Крика побудила книга Э. Шрёдингера «Что такое жизнь с точки зрения физики?». Особенно та ее часть, где Шрёдингер излагал свои соображения о генах.

«В то время (в 1951 году.— Ю. Ч.) Крику было уже тридцать пять лет,— пишет Уотсон,— и тем не менее он был почти совершенно безызвестен. Хотя некоторые из его ближайших коллег понимали силу его быстро схватывающего и пронизательного ума и часто обращались к нему за советом, его недооценивали и большинство считало, что он слишком говорлив...»

Обладая несомненным талантом юмориста, Уотсон дает Крику такие характеристики:

«Я никогда не видел, чтобы Фрэнсис Крик держался скромно. Может быть, где-нибудь такое с ним и бывает, но мне при этом быть не приходилось. И дело вовсе не в его нынешней славе...»

«Он говорил громче и быстрее всех, а уж когда он смеялся, то место его пребывания было известно всему Кавендишу...»

«Хотя обыкновенно он был вежлив и считался с коллегами, которые никак не могут понять подлинного смысла своих собственных последних экспериментов, но все же он никогда не скрывал от них этого факта. Почти тут же он предлагал множество новых опытов, которые подтвердили бы его интерпретацию. Более того, он никогда не мог удержаться, чтобы впоследствии не сообщать каждому встречному и поперечному, насколько далеко вперед могли бы продвинуть науку его мудрые идеи.»

В результате все испытывали перед Криком тайный, но несомненный страх, особенно те, кому только еще предстояло утвердить свою репутацию. Быстрота, с которой он схватывал открытие или факты и пытался внести в них ясность, часто заставляла сжиматься сердца его приятелей, опасавшихся, что вот-вот он добьется успеха и раскроет перед всем миром скудоумие своих коллег...»

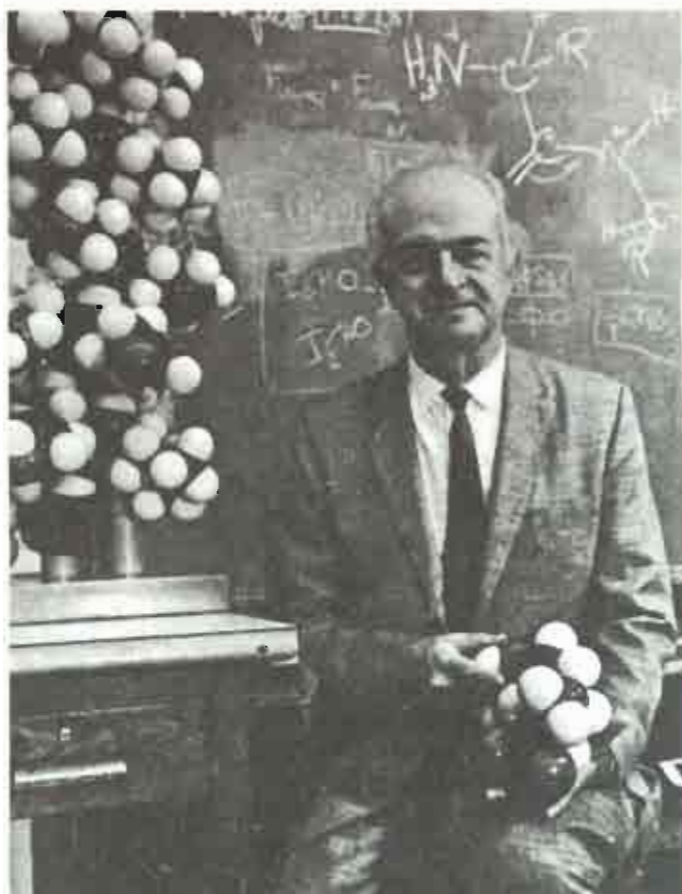
«ДЕЛОМ ПРОСТОГО ЗДРАВОВОГО СМЫСЛА»

В науке должно искать идеи. Нет идеи — нет науки. Знание фактов только потому и драгоценно, что в фактах скрываются идеи: факты без идей — сор для головы и памяти.

В. Г. БЕЛИНСКИЙ

Принято считать, что наука требует огромного прилежания, колоссального терпения, верности одним и тем же — изо дня на день, из месяца в месяц, а то и из года в год — занятиям. Многие

Лайнус Полинг и его атомные модели. «Свое сообщение Полинг сделал со свойственной ему любовью к эффектам, — писал в книге «Двойная спираль» Д. Уотсон. — Он говорил, как хороший актер. Его модель была закрыта занавеской, и только в самом конце лекции он гордо представил присутствующим свое последнее творение, после чего объяснил, почему именно его модель — α -спираль — так необыкновенно красива».



столпы науки и техники писали об этом. Знаменитый американский изобретатель Томас Алва Эдисон (1847—1932) прямо указывал: «Гений — это на 99 процентов труд до изнеможения и на один процент игра воображения».

Практика Уотсона и Крика, их путь к открытию как бы опровергают подобные представления. После прочтения книги «Двойная спираль» остается странное впечатление. Уотсон совсем не корпел с утра и до ночи над трудными экспериментами или же изнурительными расчетами. Он откровенно признается, что всячески увиливал от скрупулезной микробиологической работы в Европе, ради которой ему и выхлопотали стипендию его руководители в США. Он едет на конференцию в Италию, где отлынивает от заседаний и из наиболее интересного для него доклада М. Уилкинса выносит лишь сведения о том, что структура ДНК очень однообразна. А потом возвращается в Англию и здесь основное время тратит на прогулки по аллеям Кембриджа и нескончаемые беседы с неудачником Ф. Криком.

Как же тогда, спросит удивленный читатель, союз этих подозрительных людей привел к едва ли не самому важному из открытий XX века?

А разгадка проста. Дело было в том, что в основе поисков Уотсона и Крика лежали очень простые соображения. Ученые понимали, по какой дорожке им следует идти, каких ориентиров придерживаться. Все это они узнали от их старшего собрата по науке (родился в 1901 году) американского физика и химика Лайнуса Полинга.

Нет, Полинг не делился с Уотсоном и Криком никакими секретами, более того, даже был их потенциальным соперником. Просто этот, позднее удостоенный сразу двух Нобелевских премий (и как выдающийся химик, 1954 год, и как известный борец за мир, 1962), тогда, в 1951 году, только что разгадал структуру, устройство главного «каркаса» белков. Основным компонентом их структуры стала α -спираль. Но главным, ободряющим, вдохновляющим обстоятельством для Уотсона и Крика стало даже не это, а то, как Полинг этого добился.

Послушаем, что по этому поводу писал в «Двойной спирали» Уотсон: «Скоро я усвоил, что успех Полинга был делом простого здравого смысла, а не результатом каких-то сложных математических выкладок. В его рассуждениях иногда попадались уравнения, но в большинстве случаев и их можно было заменить словами. Ключом к удаче Лайнуса послужило его доверие к простым законам структурной химии. α -спираль была открыта не простым созерцанием рентгенограмм; главный фокус состоял в том, чтобы задать себе вопрос: а какие же атомы рядом с какими предпочитают сидеть? Основными рабочими инструментами были не бумага и карандаш, а набор молекулярных моделей, похожий на детский конструктор.

Мы (Уотсон и Крик. — Ю. Ч.) не видели никаких препятствий к тому, чтобы не попытаться подобным же образом решить проблему ДНК. Для этого нужно было только сконструировать набор молекулярных моделей и начать играть ими — при известном везении могла получиться и спиральная структура. Любая иная конфигурация оказалась бы куда сложнее. Раздумывать о сложностях, не убедившись в том, что не годится простейший ответ, было бы непростительной глупостью. Если бы Полинг так искал трудностей, он никогда ничего не добился бы».

СМЕЛАЯ ДО НАХАЛЬСТВА

Революционное для биологии открытие было совершено в невзрачном домике, в комнатке, где едва помещались шкаф и два стола. Все было забито книгами, кристаллографическими моделями да стопками негативов. На них можно было увидеть темные пятна и полосы — это были рентгенограммы молекул ДНК.

Со стороны могло показаться, что Уотсон и Крик действительно занимаются какой-то детской игрой. Или... разгадыванием объемного кроссворда, в котором на «вертикалях» и «горизонтальных»

много, очень много незаполненных клеток. Пользуясь вращающимися сочленениями, они соединяли окрашенные в разноцветные тона элементы, изготовленные из дерева, пластика, металла, в сложные сооружения, напоминающие скульптуры абстракционистов.

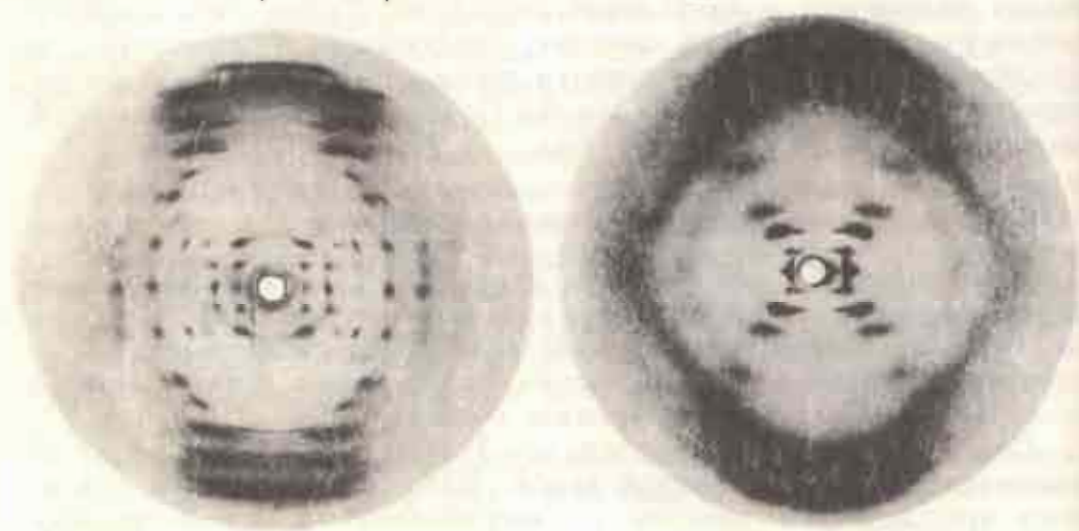
Надо было только угадать. Угадать, как природа соединила в цепочки четыре основных компонента (химики давно уже выделили их из ДНК, установив их состав) — четыре азотистых основания: аденин (сокращенно А), гуанин (Г), цитозин (Ц) и тимин (Т). Как связаны они друг с другом двумя «склеивающими» элементами — сахарной и фосфатной группами?

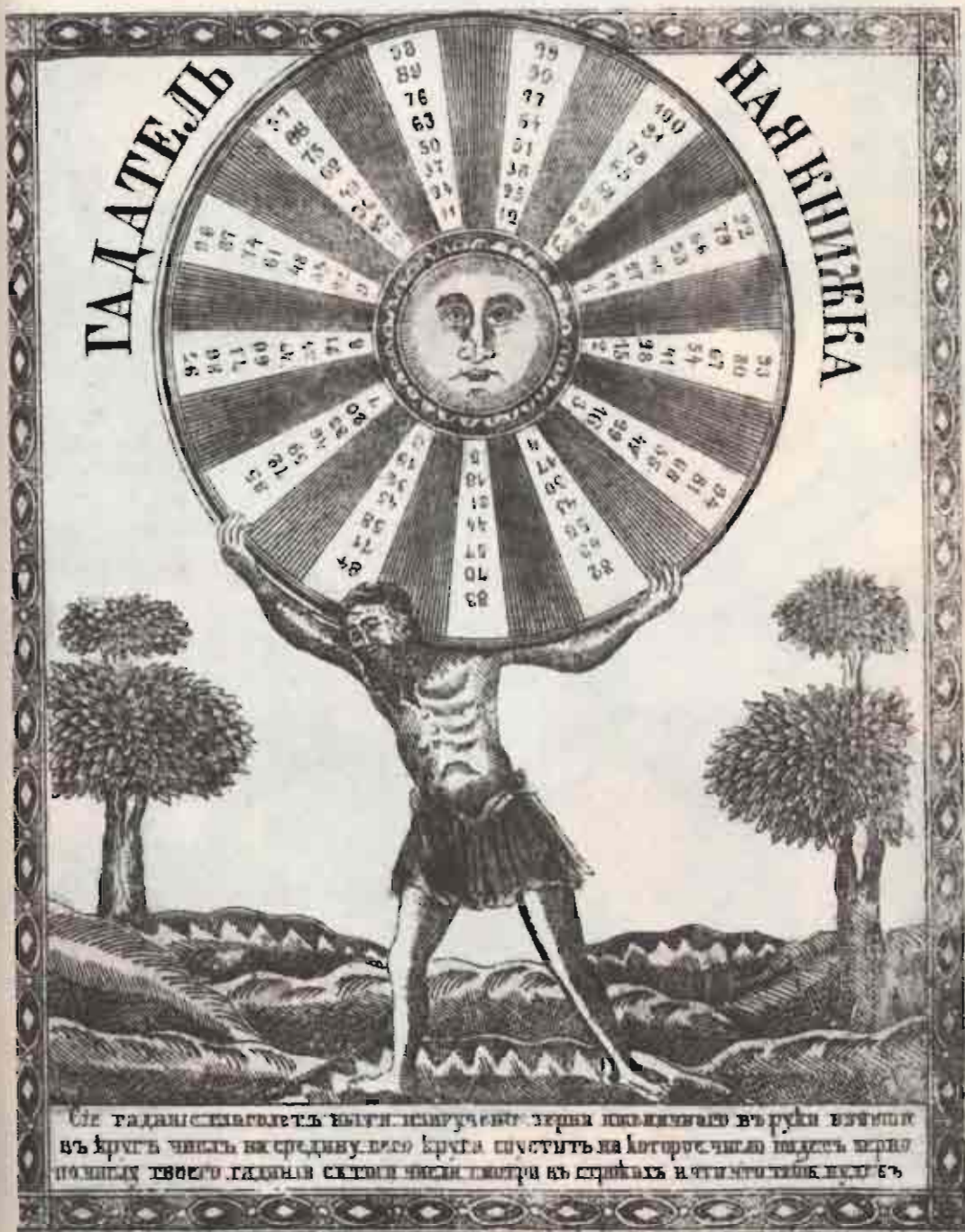
Уотсон и Крик стремились так расположить соединенные проволочками (они условно означали химические связи) шарики-атомы, все слагаемые модели, чтобы возведенная конструкция соответствовала рентгенограммам ДНК. Их для Уотсона и Крика получал английский физик — он тоже работал в Кембридже — Морис Уилкинс. (Уроженец Новой Зеландии, ровесник Крика, специалист по рентгеновской кристаллографии, он во время войны был участником совместного американско-английского атомного проекта, это занятие, признавался он после, намного снизило его интерес к физике, и он в послевоенные годы переключился на биофизические исследования.)

Уотсон и Крик изрядно помучились. Они неустанно вращали отдельные части своей конструкции вокруг осей-проволочек, подгоняя свою «скульптуру» под данные рентгенограмм. И если соответствия не наблюдалось, приходилось разбирать модель и начинать ее сборку заново, уже в ином порядке. И так бесчисленное число раз!

И все же конец этих комбинаторных исканий наступил. Однажды Уотсон и Крик обнаружили, что всем требованиям удовлетворя-

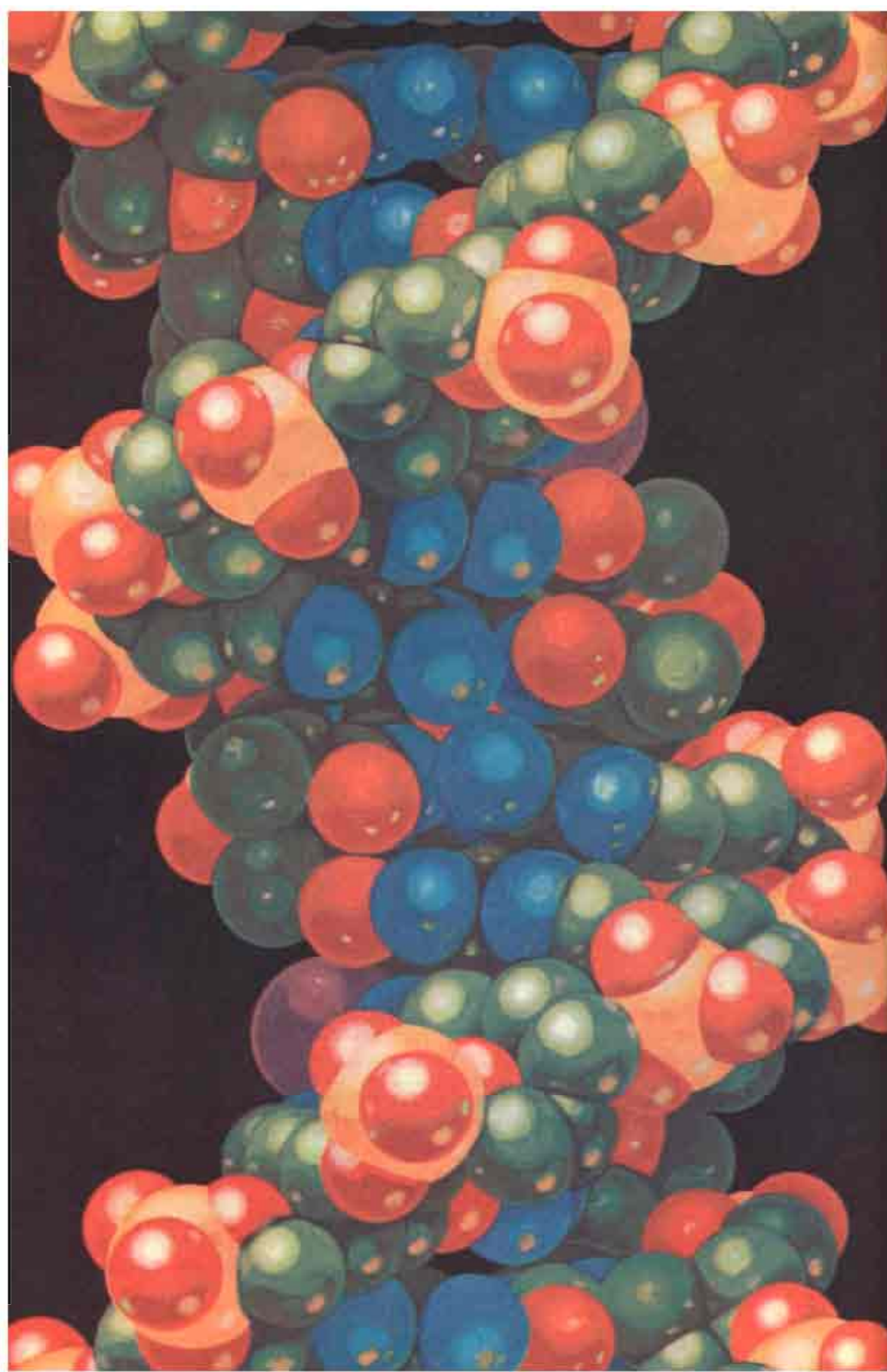
Рентгенограммы кристаллических А-формы (слева) и В-формы ДНК. Темные пятна и полосы хранят секреты генетического кода.





Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик, хоть и занимались догадками, все же опирались на строгие научные методы и обошлись без гадательных книг.

ет модель, представляющая собой двойную спираль (потому так и была названа книга Уотсона). Поиски можно было прекратить. Ученым повезло — они сравнительно быстро попали в точку: трудились, возясь с моделями, всего два года.





Д. Уотсон (слева) и Ф. Крик у созданной ими модели ДНК. Судя по горделивой и даже несколько кокетливой позе Крика, фотографировали их (журналисты?) в те дни, когда оба они уже успели ощутить сладость научной победы.

Можно было праздновать победу? Почивать на лаврах? Все еще нет! И модель в виде двойной спирали (все ее детали были описаны в статье, опубликованной в «Nature») тогда, в далеком 1953 году, представлялась не более чем изящной и смелой до нахальства гипотезой.

В ней все требовало проверки. Двойная спираль? А почему не тройная, четверная?.. Произвольно ли чередуются в спиралях основные элементы — А, Г, Ц и Т? Или, как думали прежде многие, какие-то их комбинации, скажем, АТЦГ, служат основными блоками, и генетические послания заключены в формулах типа $(АТЦГ)_n$, где n — неизвестные пока целые числа?.. В самом ли деле молекула ДНК закручена в спирали? Если да, то какие они — левые или правые?..

Поистине достойно удивления (недаром все-таки Уотсона прозвали «счастливчик Джим!»), что фактически с первой попытки, занявшись молекулярным конструированием, Уотсон и Крик (много лет спустя, на радостях, свой дом в Кембридже Крик назовет «Золотая спираль») поразили цель: в яблочко, в десятку! Ибо последующие детальнейшие проверки в основном подтвердили, а не опровергли их представления. Модель выдержала самые строгие экза-

◀ *Модель двойной спирали. На рисунке разным цветом помечены атомы углерода, азота, кислорода, фосфора, брома.*

мены (среди экзаменаторов был и обойденный в этой научной гонке, главный соперник Уотсона и Крика, Лайнус Полинг). А высшей наградой для Уотсона, Крика и Уилкинса стало присуждение всей троице в 1962 году Нобелевской премии.

ЗАСЕЛИТЬ НЕ ОДНУ ГАЛАКТИКУ

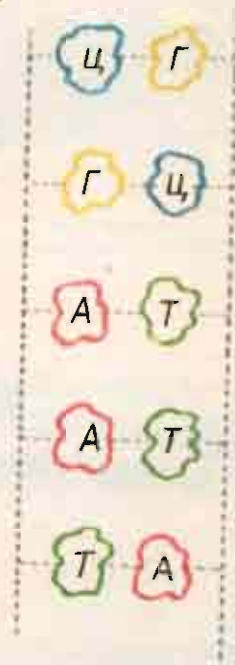
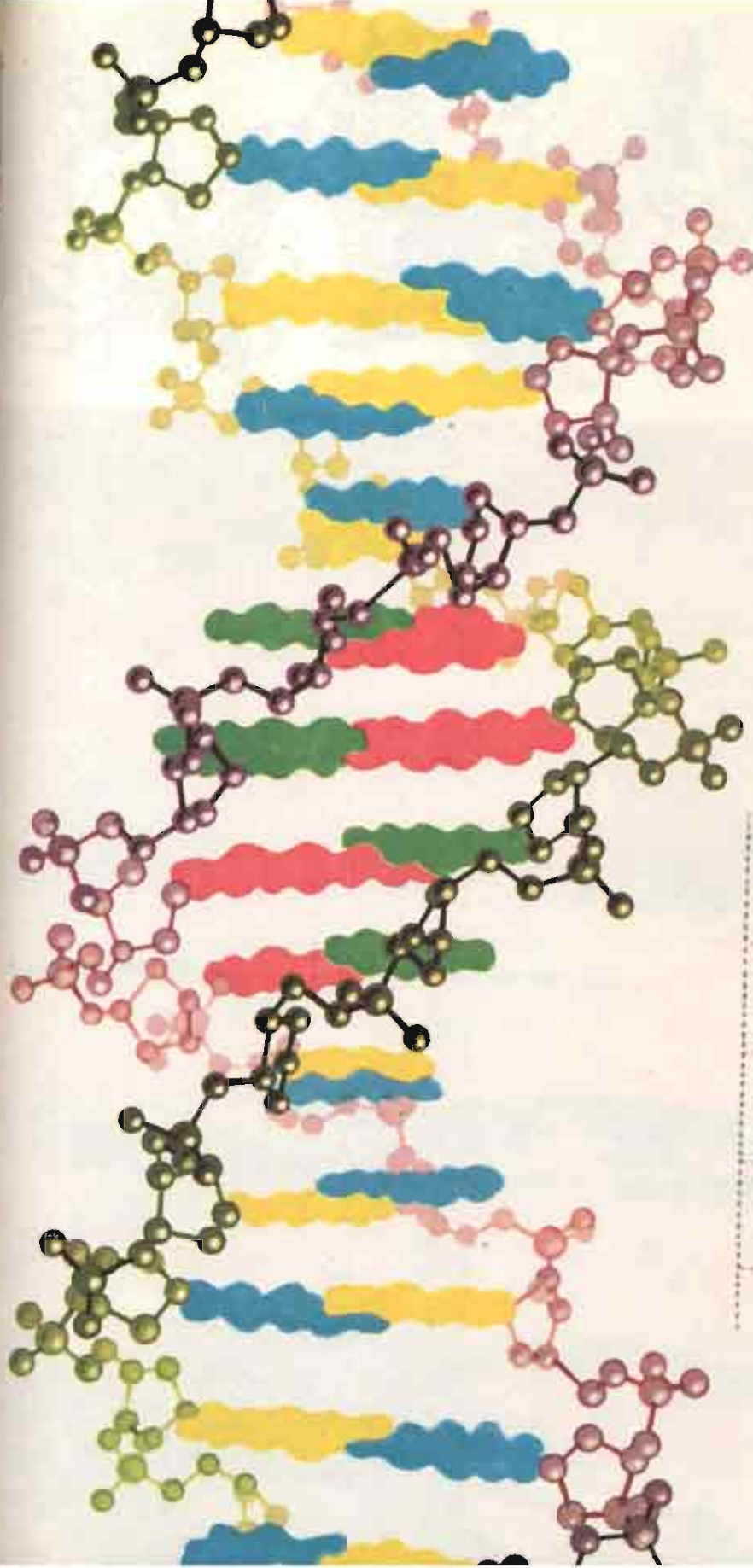
Она очень изящна, элегантна, просто очень красива, эта созданная природой за миллионы лет эволюции молекула. С чем ее сравнить? Может, со стройной новгородской елкой, увешанной хлопучками и блестящими стеклянными шарами (их роль играют повторенные в различных комбинациях основания А, Т, Г и Ц — аденин, тимин, гуанин и цитозин)? Нет, гораздо ближе к истине оказывается другое, часто упоминаемое сравнение. Считается, что внешние ДНК похожа на... штопор! И еще одна полезная для запоминания «сидуэта» ДНК параллель. Если умозрительно раскрутить уотсон-криковскую двойную спираль и уложить ее в плоскости, то эта молекула будет иметь вид веревочной лестницы, причем сахара и фосфатные группы (превращающие ДНК в полимер) будут связывать узлы лестницы по ее длине, а несущие смысловую, информационную нагрузку основания А, Т, Г и Ц, разбившись на пары, создадут ступени этой воображаемой лестницы.

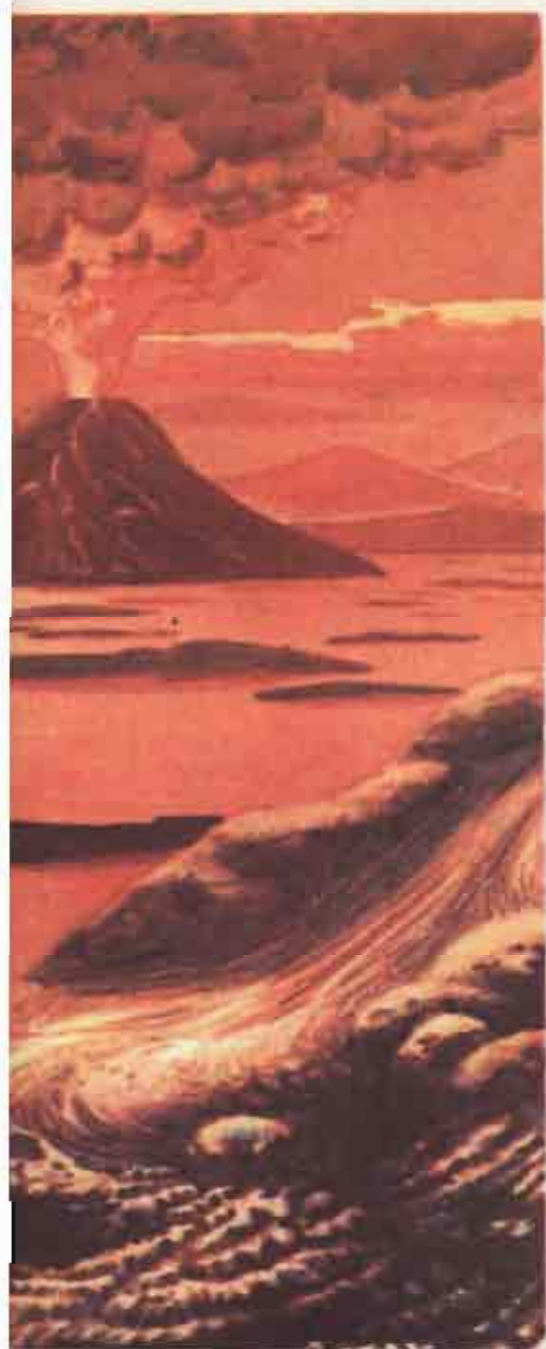
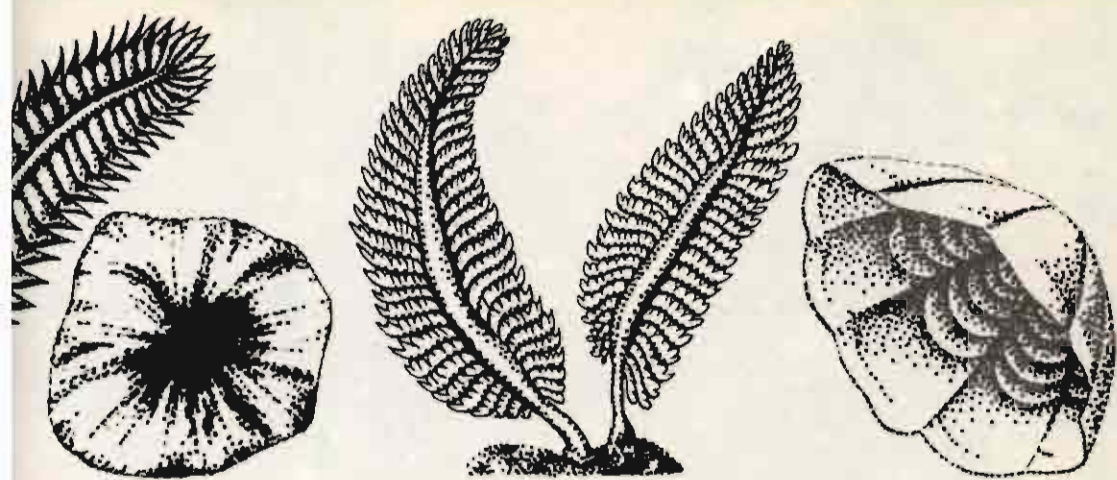
Цепь ДНК можно разбить на отдельные, с особым своим смыслом отрезки. Каждый из них (важнейший итог исследований!) и представляет собой ГЕН, эту элементарную единицу наследственности. Да, ныне принято отождествлять ген с выполняющим определенную функцию участком молекулы ДНК (например, синтез одного из нужных живой клетке белков). Считается, что средний по размеру ген складывается примерно из 1500 пар нуклеотидов (каждый нуклеотид — совокупность сахара, фосфата и одного из оснований А, Т, Г и Ц). Так удалось наконец в деталях и подробностях взглянуть то, о чем твердили Мендель, Морган и их последователи. Так были нарисованы портреты прежде почти мистического, абстрактного (классическая генетика!) понятия «ген». ДНК. В популярных изданиях эти молекулы часто еще сравнивают то с немислимо длинными товарными поездами, составленными из вагонов четырех типов, помеченных литерами А, Т, Г и Ц, то со зданиями-небоскребами, сложенными из кирпичей четырех сортов.

В таких сравнениях подмечено важное обстоятельство. Молекулы ДНК имеют огромную длину, ДНК — крупнейший из известных нам полимеров. Протяженность молекулы наследственности в миллиарды раз больше ее толщины. Скажем, извлеченная из клетки человека, ДНК имеет $3 \cdot 10^9$ — три миллиарда ступенек-оснований!

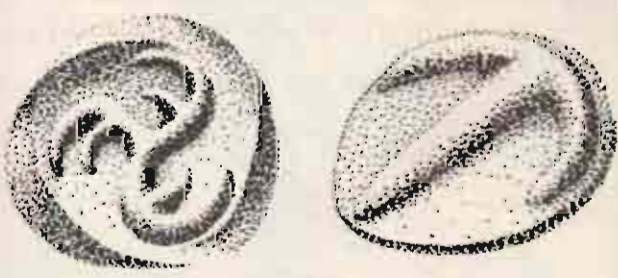
Смысл этого гулливерства понятен. Построенная всего лишь из

Это изображение ДНК получено с помощью ЭВМ. Если двойную спираль раскрутить и уложить ее в плоскости, то получится нечто вроде веревочной лестницы (справа).





А не поискать ли нам химер в давно
 ушедших эпохах истории Земли?
 К примеру, в докембрийской эре?
 Животные докембрия впервые
 обнаружены в толмах Эошакара на
 юге Австралии; сейчас их находят на
 всех континентах. Тут есть
 животные, напоминающие медуз
 и других современных
 кишечнополостных, например морские
 перья. Другие похожи на
 беспинцирных членистоногих и на
 кольчатых червей. Но встречаются
 организмы (не химерического ли
 свойства?), не имеющие сходства ни с
 одним из живущих существ,
 например (изображены справа внизу)
Ragnascoina и *Tribrachidium*.
 Докембрийские животные получали
 кислород из окружающей воды,
 всасывая его через эпителий.



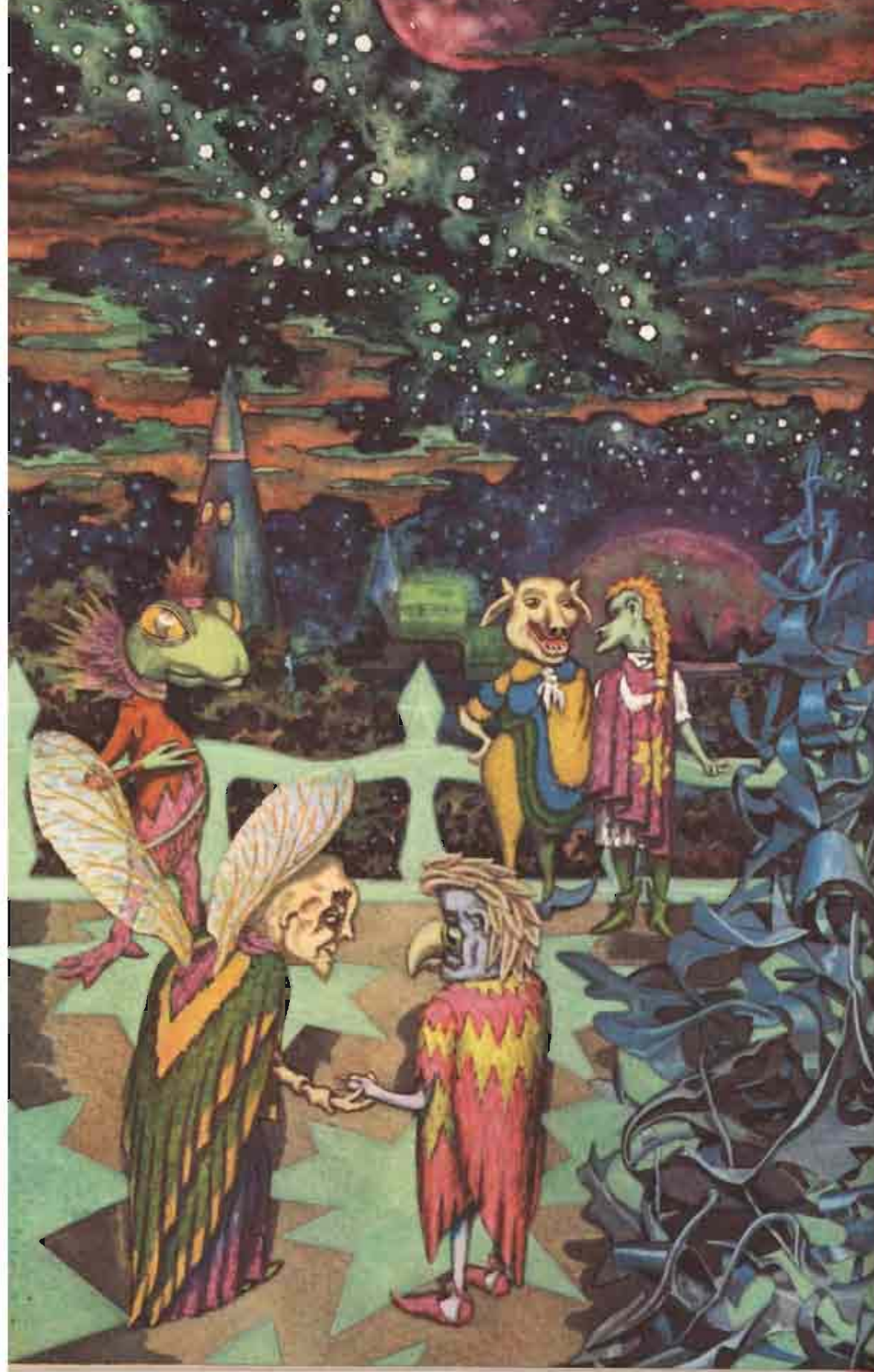
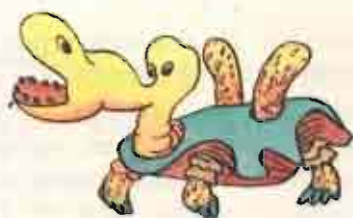


Рисунок по мотивам романа американца Э. Гамильтона (1903—1977) «Звездные короли» (глава «Праздник луи»). Нормальные существа из других галактических миров, безусловно, показались бы нам димерами!

четыре элемента-звеньев (из А, Т, Г и Ц), ДНК тем не менее способна разнообразием своих структур закодировать астрономические бездны генетических сведений. Варьируя в различных последовательностях (всевозможные цепочки типа ГГАТЦТГА...) четыре основных нуклеотида, можно создать 4^n (где n — миллионы? миллиарды?) умопомрачительное количество вариантов.

Циклопичность подобных чисел легко осознать. Достаточно, к примеру, принять в расчет, что, по подсчетам физиков, общее количество всех элементарных частиц во всей нашей видимой для глаз и незримой Вселенной не больше, чем 10^{88} . Что, конечно же, гораздо меньше общей возможной длины генетических посланий. Так что, если, реконструируя молекулу ДНК, человек начнет изготовление ХИМЕР, займется созданием немислимых, не известных природой живых организмов, то ими можно будет облагодетельствовать, заселить неповторяющимися, отличными друг от друга формами жизни уже не одну Галактику, а многие тысячи, миллионы галактик!

Итак, наука о живом докопалась до отдельных генов. Извлекла их на свет, всеобщее обозрение. Ученые начали вглядываться в ПИСЬМЕННОСТЬ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ, стремясь понять ее смысл, приступить к расшифровке генных инструкций. О том, что уже удалось науке ПРОЧЕСТЬ, какие тайны раскрыла генная клинопись, — об этом мы поговорим в следующей главе.





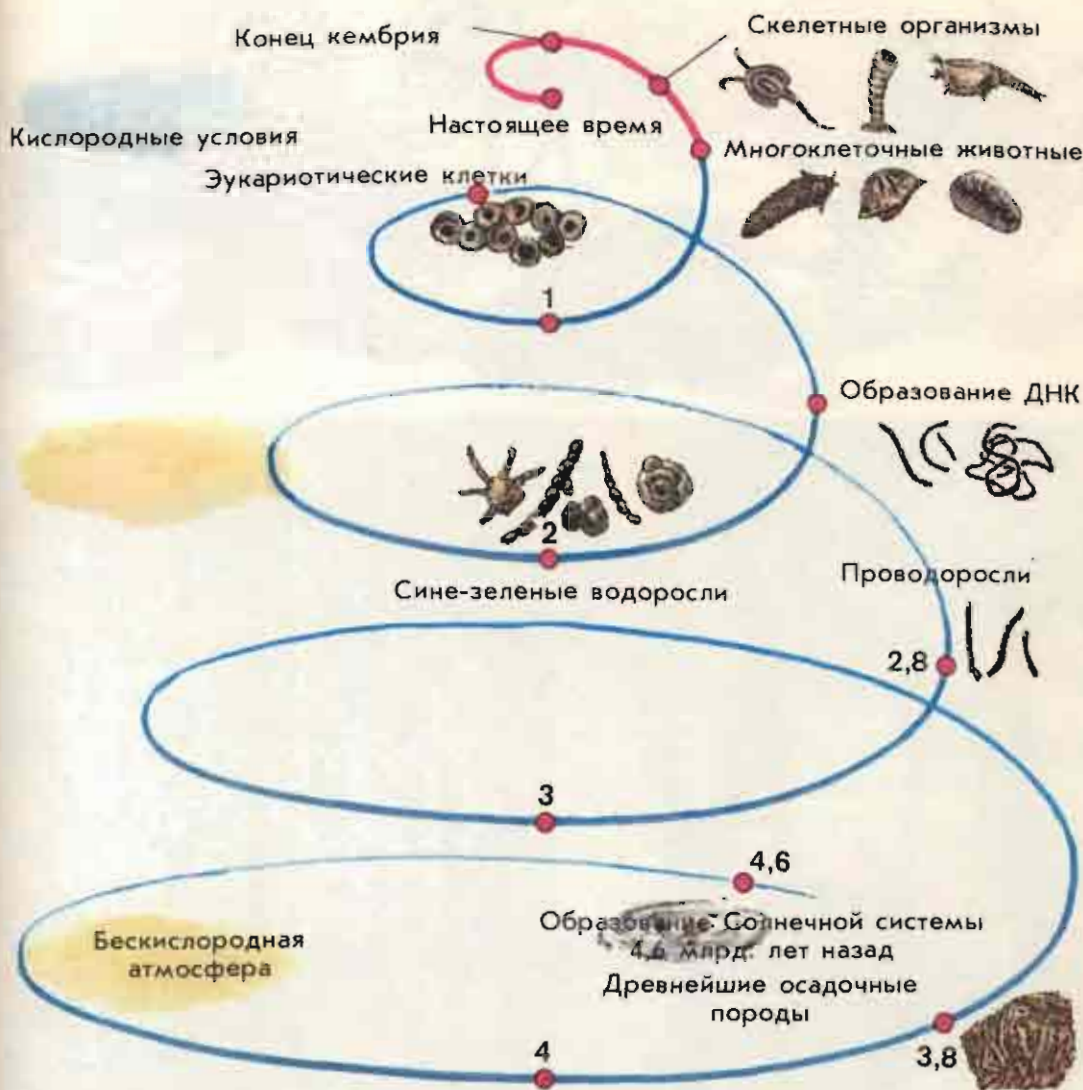
Желающие проникнуть в тайны науки зачастую робеют перед трудным для понимания специальным научным языком, которым ученые порой прикрывают свое безразличие к популяризации добытых ими знаний. А ведь логика ученых так же проста, как и логика детей.

Л. САЛЕМ

Советский ученый-цитолог В. Александров как-то остроумно заметил: «Для исследования нужно выискивать наиболее болтливые объекты». Верная мысль! И уж сыскать молекулу, более болтливую, чем ДНК, трудно. Болтливость — ее «профессиональное» свойство: наставлять, предписывать, указывать — все это у ДНК, что называется, в крови!

ДНК просто не может не расписать от желания раскрыть все свои, даже мельчайшие, секреты. Ведь эта молекула подобна огромной энциклопедии, на страницах которой записаны все достижения эволюции населяющих Землю сейчас и ушедших в прошлое живых существ. Не оказалось ли все это невольную поддержку ученым?

Энциклопедия? А может, удачнее сравнить ДНК с магнитофонной лентой? Лентой, на которой записана величественная СИМФОНИЯ ЖИЗНИ? И так же, как наличие определенной мини-кассеты в магнитофоне «заставляет» его воспроизводить записанное музыкальное произведение, так и содержащийся в ДНК генетический



Спираль восходящего развития живых организмов.

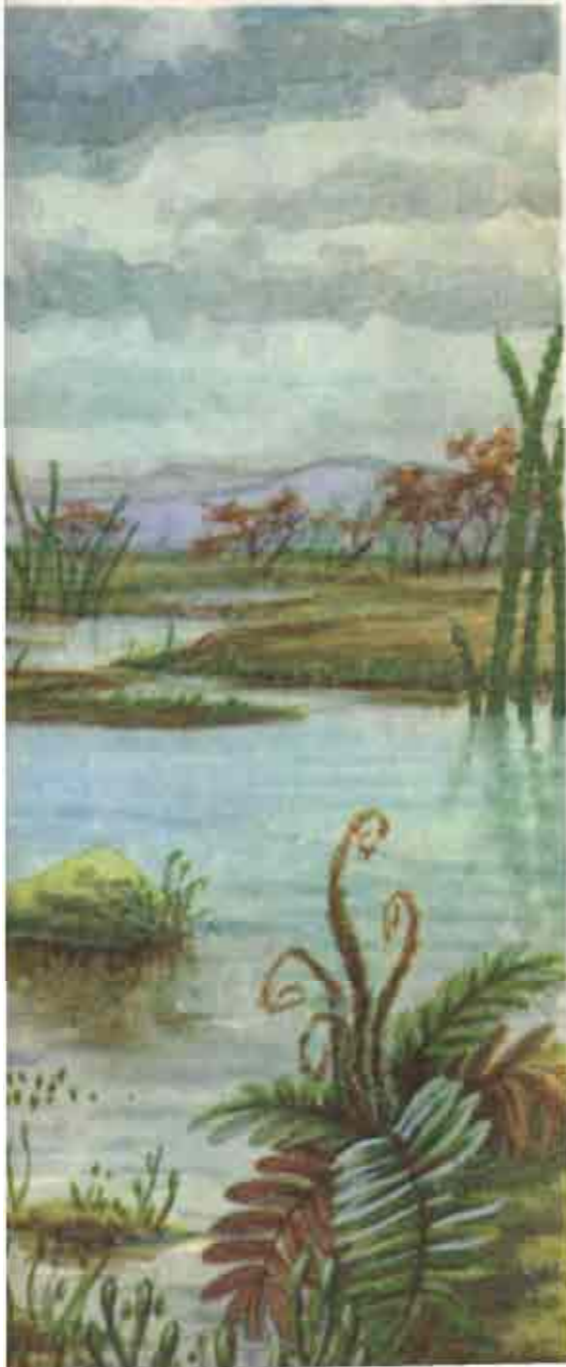
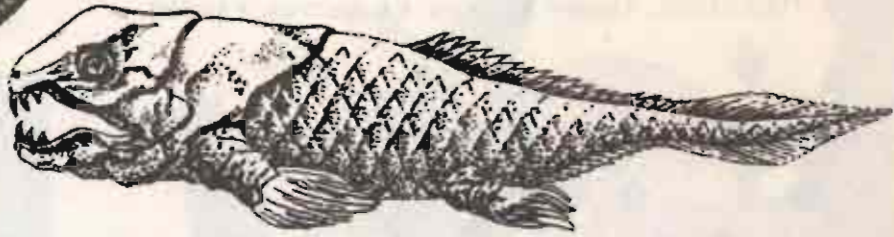
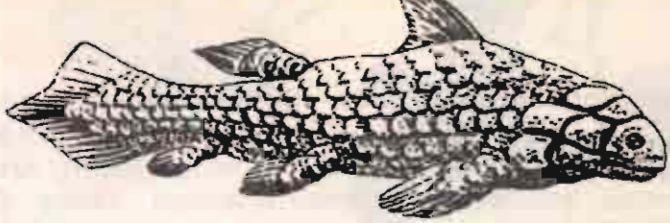
материал диктует клетке-родоначальнице, а затем и всему развивающемуся организму ту или иную структуру и поведение?

Пока это — всего лишь красивые слова, более или менее удачные образы. Не более! А что на сей счет думает СТРОГАЯ НАУКА?

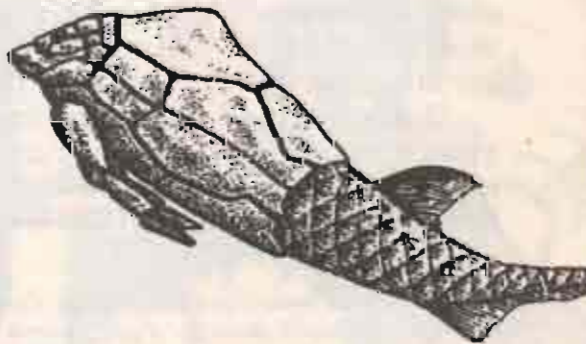
ВСЕГО ЧЕТЫРЕ БУКВЫ

В латинском алфавите 23 буквы, в греческом — 24, английском — 26, русском, как это должно быть хорошо известно нашим школьникам, — 33. Двух-трех десятков букв достаточно для создания полноценного средства общения между людьми — языка.

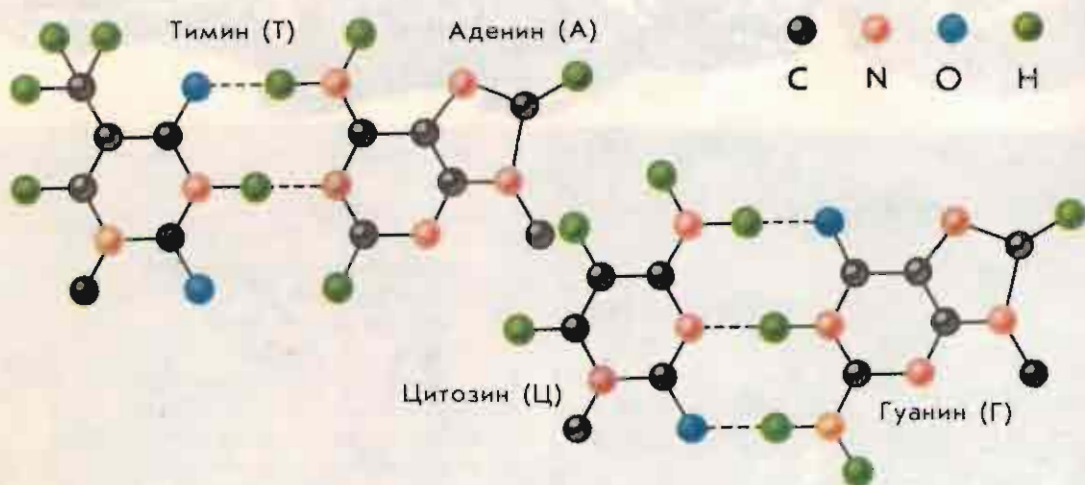
А язык генетический? Он обходится всего четырьмя буквами:



В девонский период в пресноводных акваториях нашей планеты бурного расцвета достигают панцирные, костистые и чешуйчатые рыбы. Акулы и колючеперые рыбы колонизируют океан. Продолжают развиваться брахиоподы и головоногие моллюски, трилобиты становятся немногочисленными, а граптолиты вымирают. На суше простейшие растения сменяются плаунами, хвощами и папоротниками. Из чешуйчатых рыб развиваются первые земноводные.



в прошлой главе мы обозначили их заглавными буквами А, Г, Т и Ц. Десятки букв — и всего четыре... Но вправе ли мы сравнивать алфавиты генетического и человеческого языков? Ведь природа их столь различна! В генетическом языке буквы особые — ХИМИЧЕСКИЕ. Более верная их запись такова.



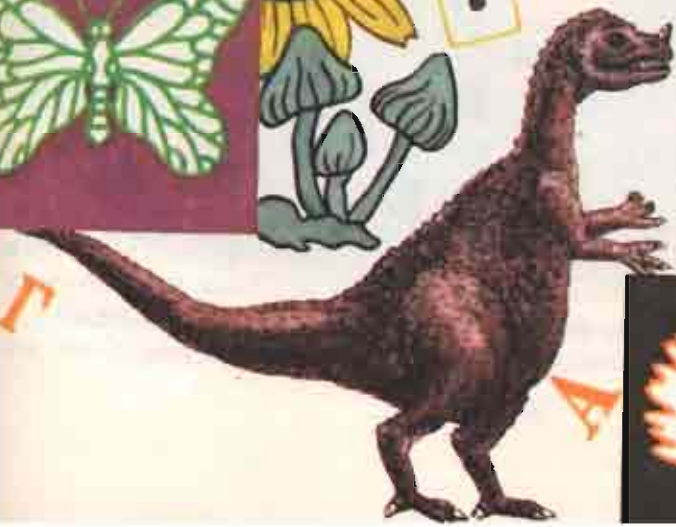
В алфавите любого языка — десятки букв, в генетическом алфавите — всего четыре. В двойной спирали ДНК они располагаются парами, словно бы взявшись за руки: аденин с тиминном (левая пара на рисунке) и гуанин с цитозином.

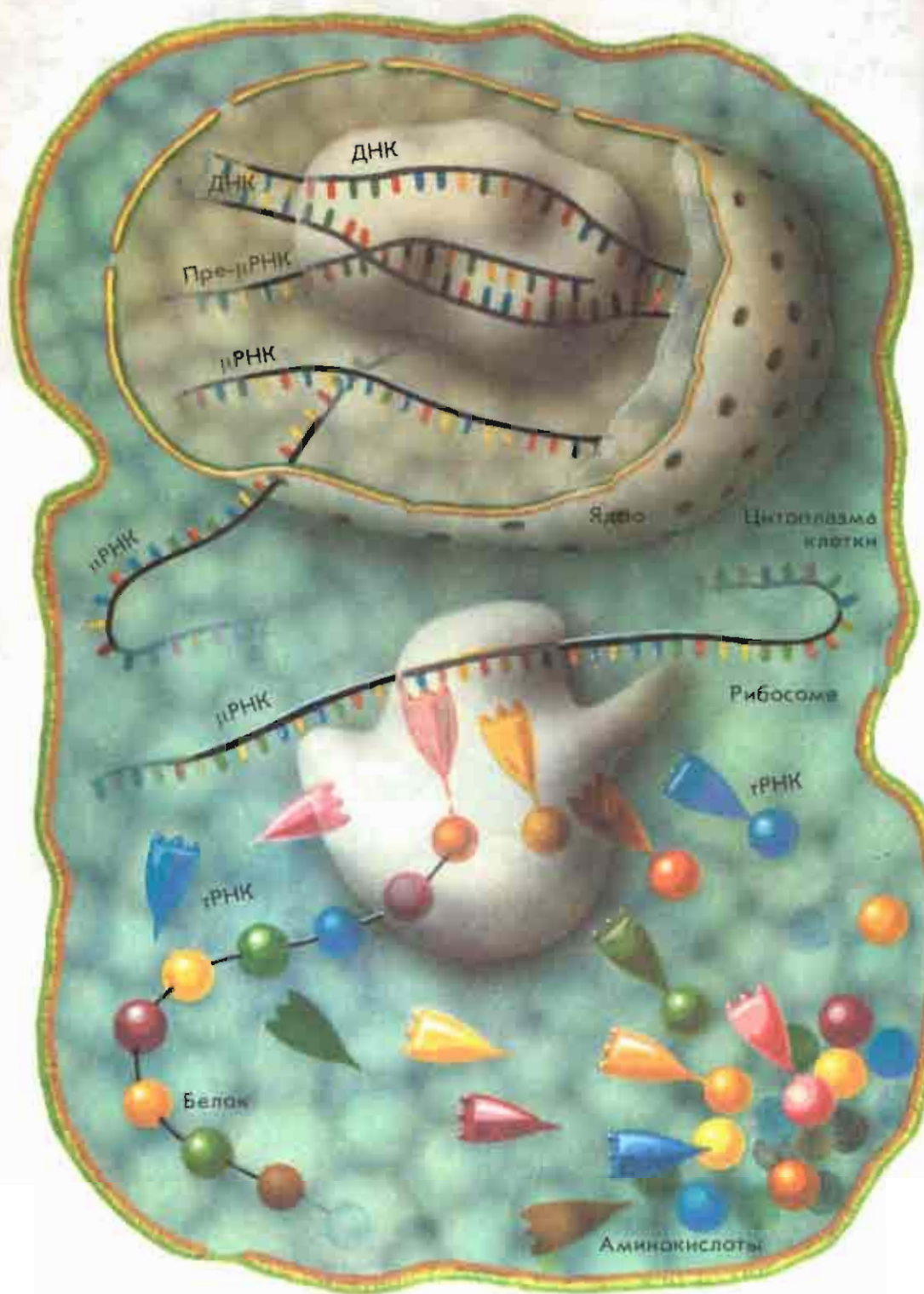
При воспроизведении этих букв был отброшен ряд химических «деталей», оставлено лишь самое существенное (N, H, O, C — обычные для атомов азота, водорода, кислорода и углерода обозначения).

Так можно ли, в самом деле, ставить вопрос о количестве генетических букв? О том, почему их 4, а не 10, не 20? Да, оказывается, такие вопросы можно обсуждать. Однажды это сделали кибернетики. В Башкирском университете (Уфа) группа ученых, ведущих исследования под руководством доктора технических наук С. Ю. Рудермана, полагая, что природа всегда выбирает оптимальные, наилучшие варианты (плохие решения эволюция отбрасывает!), дерзнула объяснить разумность использования живыми организмами именно четырех букв.

Исследователи мысленно представили себе такую картину прочтения генетических букв. Вдоль молекулы ДНК движется тележка-подносчик. С нее снимается — после сверки с тем, что в данном месте «написано» на ДНК, — каждый раз одна из букв, один из знаков.

Тися четыре генетических буквы словно масти игральной карт, природа творит все многообразие живого мира нашей планеты.





Здесь схематически показано, как в живой клетке идет копирование РНК и синтезируются белки.

Понятно, что в подобной процедуре перебора крайности нежелательны. Число различных знаков-букв не может быть очень большим — иначе слишком много времени заняла бы операция выбора нужной в данный момент буквы.

Неуместен и другой максимализм. Генетический алфавит не должен быть и слишком коротким: тогда «слова», чтобы их отличить друг от друга, придется делать чересчур длинными.

Где же находится золотая середина? Башкирские ученые принялись за расчеты. (Они сложны, пересказывать их трудно.) И показали, что существуют две удобные для природы возможности: трехбуквенный и четырехбуквенный варианты. Жизнь почему-то (и это тема для дальнейших изысканий) предпочла последний вариант, четырехбуквенный.

Добавим еще такую подробность. По мнению члена-корреспондента АН СССР М. В. Волькенштейна, на ранних этапах зарождения жизни на Земле используемый в нуклеиновых кислотах (или их предшественниках) алфавит был троичным. И только затем на какой-то стадии эволюционного развития стал четверичным.

И АРХИТЕКТОР И СТРОИТЕЛЬ

Вообще, всякий раз, когда в этой главе будут произноситься такие слова, как «буква», «алфавит» и им подобные, читателю следует проявлять известную осторожность. Не придерживаться буквалистского духа, помнить об оговорках.

Для нас обычное слово — это бирка, метка, заместитель реальной вещи, животного или явления. Произнеся слово «стул», мы вовсе не ждем, что оно, это слово, тут же материализуется, возникнет перед нами. И на него можно будет сесть или, допустим, опереться. А вот с химическими словами такие «чудеса» случаются. Их правильное «прочтение» влечет за собой появление гремучей змеи или медведя, моллюска или Микеланджело.

И не просто абстрактные, обобщенные, усредненные, так сказать, улитка или рододеңдрон возникнут, а совершенно индивидуальные. Скажем, не петух вообще, а петух черный, а не рыжий. Курица не серая, а крапчатая!

Генетическое чтение — процесс очень активный, действенный. Он запускает в работу — сначала в клетке, а потом и в развивающемся организме — сложнейшую биохимическую фабрику. Записанные на ДНК инструкции вначале копируются другой нуклеиновой кислотой — «информационной» РНК (рибонуклеиновая кислота), несколько отличной от ДНК по химическому составу и меньших размеров. Затем в действие вступают другие — «транспортные» и иные РНК. Они переносят генетическое послание в «цеха», где идет химический монтаж необходимых клетке соединений.

Если бы свершилось чудо и мы бы вдруг оказались в ядре клетки, то странный и поразительно сложный мир окружил бы нас со

Понятно, что в подобной процедуре перебора крайности нежелательны. Число различных знаков-букв не может быть очень большим — иначе слишком много времени заняла бы операция выбора нужной в данный момент буквы.

Неуместен и другой максимализм. Генетический алфавит не должен быть и слишком коротким: тогда «слова», чтобы их отличить друг от друга, придется делать чересчур длинными.

Где же находится золотая середина? Башкирские ученые принялись за расчеты. (Они сложны, пересказывать их трудно.) И показали, что существуют две удобные для природы возможности: трехбуквенный и четырехбуквенный варианты. Жизнь почему-то (и это тема для дальнейших изысканий) предпочла последний вариант, четырехбуквенный.

Добавим еще такую подробность. По мнению члена-корреспондента АН СССР М. В. Волькенштейна, на ранних этапах зарождения жизни на Земле используемый в нуклеиновых кислотах (или их предшественницах) алфавит был троячным. И только затем на какой-то стадии эволюционного развития стал четверичным.

И АРХИТЕКТОР И СТРОИТЕЛЬ

Вообще, всякий раз, когда в этой главе будут произноситься такие слова, как «буква», «алфавит» и им подобные, читателю следует проявлять известную осторожность. Не придерживаться буквализмского духа, помнить об оговорках.

Для нас обычное слово — это бирка, метка, заместитель реальной вещи, животного или явления. Произнеся слово «стул», мы вовсе не ждем, что оно, это слово, тут же материализуется, возникнет перед нами. И на него можно будет сесть или, допустим, опереться. А вот с химическими словами такие «чудеса» случаются. Их правильное «прочтение» влечет за собой появление гремучей змеи или медведя, моллюска или Микеланджело.

И не просто абстрактные, обобщенные, усредненные, так сказать, улитка или рододендрон возникнут, а совершенно индивидуальные. Скажем, не петух вообще, а петух черный, а не рыжий. Курица не серая, а крапчатая!

Генетическое чтение — процесс очень активный, действенный. Он запускает в работу — сначала в клетке, а потом и в развивающемся организме — сложнейшую биохимическую фабрику. Записанные на ДНК инструкции вначале копируются другой нуклеиновой кислотой — «информационной» РНК (рибонуклеиновая кислота), несколько отличной от ДНК по химическому составу и меньших размеров. Затем в действие вступают другие — «транспортные» и иные РНК. Они переносят генетическое послание в «цеха», где идет химический монтаж необходимых клетке соединений.

Если бы свершилось чудо и мы бы вдруг оказались в ядре клетки, то странный и поразительно сложный мир окружил бы нас со

всех сторон. Вот колыхается в клеточном растворе огромная спираль ДНК. Не торюясь, словно корабли, к ней подплывают многочисленные молекулы: они начинают строить точную копию одного из участков ДНК. Возводимая на наших глазах РНК — вовсе не длинная нитка из бусинок-оснований. Этот слепок ДНК, отплыв, начинает извиваться, сгибаться — и образуется чудовищно запутанный клубок, с многочисленными выступами, петлями, отростками.

Вероятно, во время свертывания РНК уже идет обработка информации, «списанной» с ДНК.

Теперь — новый этап. Клубок РНК плывет к одной из рибосом — особой внутриядерной частице. Рибосома — ее форма близка к сферической — поочередно запускает в свои недра то одну, то другую петлю (выступы, отростки, скорее всего, подсказывают рибосоме, как надо вести «чтение» РНК) из клубка и принимается за дело.

Конечная цель всей этой бурной деятельности — синтез белков (второе их название «протеины», от греческого «протос» — «первый, важнейший», что подчеркивает исключительную роль белков в процессах жизнедеятельности). Белки, эти «рабочие муравьи» клетки, принимают участие в синтезе не только тысяч необходимых клетке химических веществ, но создают и сами нуклеиновые кислоты ДНК и РНК.

Итак, подчеркнем еще раз: проведение параллелей между чтением обычным и генетическим — вещь довольно условная. И это не раз подчеркивали классики учения о наследственности. Один из них, нам уже знакомый, Э. Шрёдингер, в книге «Что такое жизнь с точки зрения физики?» писал так:

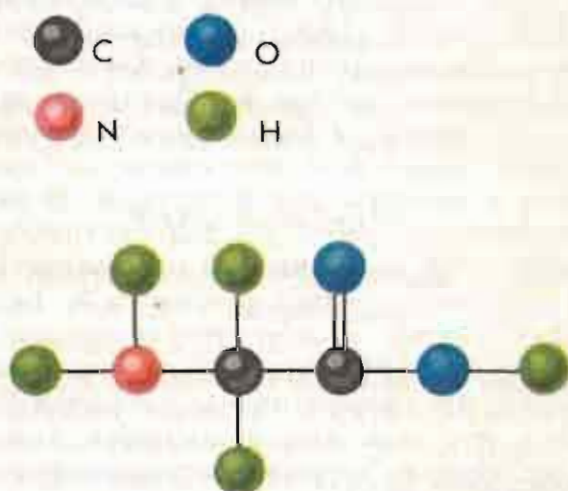
«...Но термин «шифровальный код» (система содержащихся в молекуле ДНК инструкций. — Ю. Ч.), конечно, слишком узок. Хромосомные структуры (находящееся в ядрах любой клетки более сложное, чем отдельная молекула ДНК, образование, включающее в себя ДНК как главный управляющий элемент. — Ю. Ч.) служат в то же время и инструментом, осуществляющим развитие, которое они же предвещают. Они являются и кодексом законов и исполнительной властью. Или, употребляя другое сравнение, они являются и планом архитектора, и силами строителя в одно и то же время».

АМИНОКИСЛОТНЫЕ ДЕПЕШИ

С генетическими буквами мы познакомились. Пора начать писать генетические слова. Слова-сигналы, слова-приказы, приводящие в движение биохимическую машину клетки, заставляющие ее готовить строго определенных химических вещества. К примеру, белки.

Химикам известно: абсолютно любой белок — человеческий ли, животный, растительный, микробный — можно изготовить (природа делает это великолепно), имея под рукой 20 аминокислот.

Аминокислоты, эти белковые «кубики», представляют собой сравнительно простые химические соединения. В этом легко убедиться, взглянув на химические формулы аминокислот. Вот, к примеру, взятая наугад формула глицина:



Одна из первых проблем, за разрешение которой взялись ученые, состояла в том, чтобы найти, как в четырех буквах генетического алфавита зашифровать сигналы для запуска синтеза каждой из 20 аминокислот. Какой для этого должен быть построен генетический код?

Тут нам стоит вспомнить простейшие принципы кодирования. Хотя бы ту же азбуку Морзе. Ее предложил в 1838 году американский художник и изобретатель (да, он был и автором исторических полотен и парадных портретов и одновременно изобрел электромагнитный телеграфный аппарат) Сэмюэл Морзе (1791—1872).

Морзе догадался, как, используя всего лишь два элемента — тире и точку (длинный и короткий электрические сигналы), — можно зашифровать все буквы любого алфавита. К примеру, русского. Точка и тире — это буква А, тире и две точки — буква Б, точка и два тире — буква В и так далее. Так по телеграфу возможно передавать слова и предложения.

Другой пример шифра. Закодируем буквы О, С, М, К буквами Г, В, Е, Л и расставим эти буквы в таком порядке: Л Г В Е Г В. Вы, конечно, уже догадались. Простейшая дешифровка показывает, что написано слово КОСМОС.

Но вернемся к проблеме кода генетического. Ученым предстояло понять, какие же последовательности генетических букв А, Г, Т, Ц кодируют изготовление 20 аминокислот, какой вид имеют аминокислотные депеши.

Первым попытался отгадать вид генетических слов Георгий Антонович ГАМОВ.

Гамов (1904—1968), русский физик, родился в Одессе, окончил Ленинградский университет (1926), работал в Гёттингене, Копенгагене, Кембридже, в Физико-техническом институте в Ленинграде. В 1933 году эмигрировал сначала во Францию, затем в Англию, с 1934 — в США. Пытливый ум Гамова много дал науке. В 1928 году он развил первую теорию α -радиоактивности. Гамов — одессит! — был очень склонен к розыгрышам и шуткам. В авторы одной из своих очень значительных работ по радиоактивности — об альфа-бета- и гамма-излучениях, выполненной им со студентом Альфером, он позвал еще и известного физика-теоретика Х. Бете. И все затем, чтобы в заголовке статьи стояли три фамилии: Альфер (α), Бете (β), Гамов (γ). В 1948 году Гамов, занявшись космологическими проблемами, предложил модель «горячей Вселенной», высказал идею о том, что весь наш кажущийся безграничным Мир есть результат, последствие взрыва микроскопически малого количества начальной материи. Вот точные данные, которые не могут не казаться совершенно фантастическими. За время 10^{-30} секунды из точечной области размером меньше 10^{-33} сантиметра (!) возникли просторы протяженностью в 10 миллиардов световых лет (10^{28} сантиметров)!! И все вещество, содержащееся внутри наблюдаемой части нашей Вселенной (10^{45} тонн), возникло из крохи, имеющей не более чем 10^{-50} грамма вещества!!! В круг разнообразных интересов Гамова (а он был еще и талантливым популяризатором науки: такие его книги, как, например, «Вещество, Земля и небо», — жаль, что она не переведена на русский язык, — и другие его популярные сочинения читаются и ныне с огромным интересом) попала и молекулярная генетика. Когда ученый осознал важность молекул РНК, ему пришла мысль создать — старая англо-американская традиция! — клуб РНК, члены которого носили бы галстуки, украшенные символами оснований А, Г, Т Ц и аминокислот. Из шутки действительно родился клуб, а в нем возникли важные представления об устройстве генетического кода.

В 1954 году Гамов вынес на суд биологов следующую гипотезу. Он предположил, что каждая аминокислота кодируется в ДНК не одним — четырех знаков-букв А, Г, Т и Ц недостаточно, чтобы зашифровать 20 аминокислот, не двумя

$4 \times 4 = 16$ (сочетания букв АГ, ТГ, ЦА и т. д.) — и этого количества символов маловато, — а тремя

$4 \times 4 \times 4 = 64$ (комбинации триплетов АГТ, АЦГ и так далее), расположенными в цепи ДНК основаниями.

64 больше 20? Не всякой тройке генетических букв (эти три-

плеты были в науке названы «кодонами») соответствует своя аминокислота? Да, это так. Последующие исследования показали, что предложенный Гамовым триплетный код вырожден. Большинству аминокислот отвечает сразу несколько кодонов. Каждый из них запускает в действие синтез одной и той же определенной аминокислоты. (И возможно, чем важнее аминокислота для живой клетки, тем большее число триплетов-кодонов ей соответствует.)

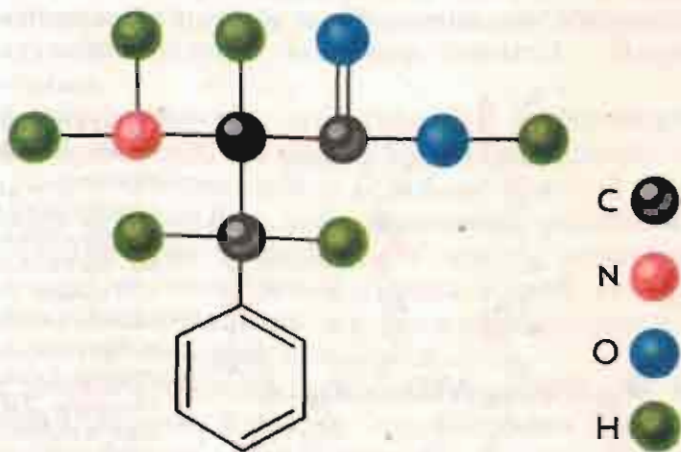
Так, вначале чисто умозрительно, теоретически (Гамов был профессиональным физиком-теоретиком), было предположено, что важнейшие из генетических слов имеют трехбуквенный вид.

ФАРАОН-ТОЛМАЧ

Первое слово генетического кода прочли, подтвердив гипотезу Гамова, молодые (тогда!) американские биохимики Маршал НИРЕНБЕРГ и Генрих МАТТЕИ.

Сообщение о своем успехе они сделали 14 августа 1961 года на заседании проходящего тогда в Москве в конференц-зале МГУ V Международного биохимического конгресса. Известие это произвело на присутствующих впечатление взрыва информационной бомбы. Рассказывают, что один из переводчиков-синхронистов (часто этим делом занимаются сами научные работники) был настолько взволнован, что стал для русской аудитории переводить с английского на... английский!..

Что же сделали Ниренберг и Маттеи? Они показали, что синтез аминокислоты фенилаланин



кодируется кодоном ААА.

Как это удалось установить?

О, тут целая история.

Вот что об этом рассказывал доктор физико-математических наук М. Д. Франк-Каменецкий.

Представьте, говорил он, что вместо Розеттского камня с надпися-

ми иероглифическими и греческими откопали бы в песках во время наполеоновского похода в Египет живого египтянина — фараона, к примеру. Потребовался ли бы тогда гений Шампольона?

Конечно же, нет.

Французско-древнеегипетский словарь тогда можно было бы составить очень просто. Достаточно было бы показывать фараону-толмачу различные предметы, а он рисовал бы соответствующие иероглифы!

Примерно таким же принципом дешифровки генетического кода и воспользовались Ниренберг и Маттеи.

Ведь клетка-то код отлично знает! Поэтому необходимо лишь предлагать ей поочередно распознавать триплеты и следить, как она на это будет «реагировать».

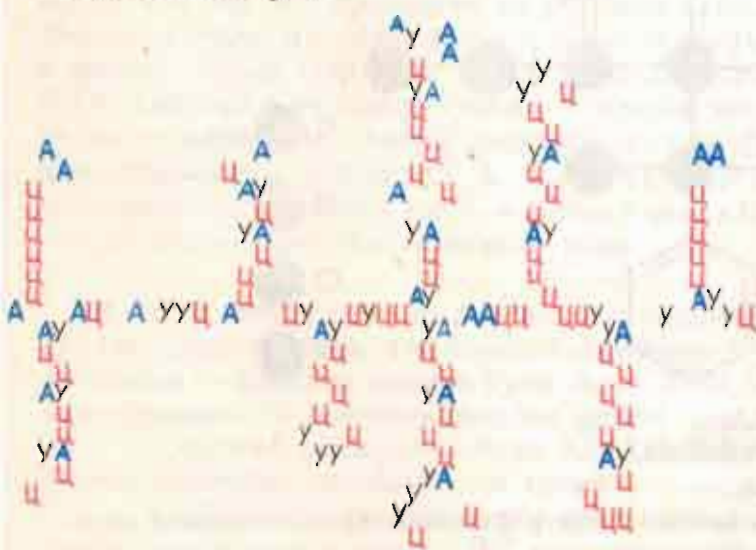
К тому времени ученые уже умели синтезировать искусственно кое-какие РНК.

Однако предлагать их живой клетке было бы бессмысленно: она такой «подарок» просто-напросто съела бы, расщепила бы его до отдельных генетических букв, а их бы использовала для строительства нужных ей РНК.

Поэтому американские исследователи использовали не клетки, а клеточные экстракты, которые еще могли нарабатывать аминокислоты, но вместе с тем не содержали расщепляющих РНК ферментов.

И вот бесклеточной системе был задан вопрос: какой аминокислоте соответствует кодон ДНК ААА? Ответ был тут же получен: триплету ААА отвечает аминокислота фенилаланин.

Этот предельно четкий эксперимент произвел в молекулярной генетике настоящую сенсацию. Путь к расшифровке генетического кода был открыт.



Неожиданно на молекуле ДНК ученые обнаружили боковые перпендикуляры — ответвления — и назвали их «шпильками». Шпильки располагаются парами, с противоположных сторон двунитевой спирали ДНК, поэтому еще принято говорить о «крестах». К чему шпильки и кресты? Видимо, эти особенности молекулы ДНК облегчают белкам поиск и прочтение нужных текстов, исполняют роль своеобразных знаков



препинания. Так что отныне знаками генетической пунктуации могут быть не только «бесцветные» точки и тире (наборы генетических букв), но и заметно отличающиеся от них объемные образования. Настоящие восклицательные знаки! Художник изобразил нуклеиновые перевертыши и в виде цепочек из условных генных букв, и в виде приоткрытых кружечек из букв русского алфавита.

ПЕРЕВЕРТЫШИ

*Хорошо. Шорох.
Утро во рту.
И клей елки
Течет.*

СЕМЕН ИВРСАНОВ

Буквы, слова — для полноты аналогий недостает еще и генетической пунктуации: разных там точек, запятых... И они были обнаружены учеными.

Чтобы белки-ферменты, считывающие информацию с ДНК и переносящие ее на РНК, не сбились с пути, природа устроила специальные приспособления, нечто подобное красной строке в абзаце. Придумала она и точки как знак окончания работы.

Обычно чтение гена начинается с места, называемого «промотором» (фермент опознает его и начинает свой «танец» именно от этой «печки»). Закачивается же расшифровка гена на «терминаторе» — точке. Это — сигнал остановки.

Ген или несколько генов, объединенные в блок, вместе с промотором, терминатором, а также «оператором» — особым участком в генетической «фразе», регулирующим интенсивность считывания информации с ДНК, — называется «опероном».

Красные строки, точки... И все же до недавнего времени генетический текст казался исследователям монотонным и скучным для глаза. Дело в том, что «знаки препинания» в молекуле ДНК, как и в телеграфном тексте (азбука Морзе), передаются сочетаниями из тех же букв А, Г, Т, Ц, из которых состоит и сам текст.

Так было. Теперь иное. Неожиданно на молекуле ДНК ученые обнаружили боковые перпендикуляры-ответвления — они были названы «шпильками». Шпильки располагаются парами, с противоположных сторон двухнитевой спирали ДНК, поэтому еще принято говорить о «крестах».

К чему шпильки и кресты? Видимо, эти особенности молекулы ДНК облегчают белкам поиск и прочтение нужных текстов, исполняют в ДНК роль своеобразных знаков препинания. Так что отныне знаками пунктуации могут быть не только «бесцветные» точки и тире (наборы генетических букв), но и заметно отличающиеся от них объемные образования. Настоящие восклицательные знаки!

Шпильки привлекли внимание исследователей еще вот чем. Они возникают в тех местах молекулы ДНК, где имеются обратные повторы в буквах-основаниях. В тех участках, которые справа налево и слева направо читаются совершенно одинаково.

Перевертыши. Сразу вспоминается строка Афанасия Фета: А РОЗА УПАЛА НА ЛАПУ АЗОРА. Лезут в голову и всевозможные целепицы: НАДО МЕЧ В ЧЕМОДАН и так далее. Удивительно: то, чем забавы ради развлекались дети и поэты (Велемир Хлебников составлял из перевертышей целые стихотворения), — этим, оказывается, занимается и серьезная природа!

Отметим, правда, что природе легче: у нее всего лишь четыре буквы (в двухбуквенных текстах перевертыши встречались бы на каждом шагу). С тридцатью тремя буквами русского алфавита сочинять перевертыши гораздо труднее. И все же и тут удастся выцепить довольно длинные осмысленные фразы. Вот, к примеру, сложное В. Софроницким предложение-перевертыш (автор нашел этот и другие примеры в одной из статей журнала «Химия и жизнь»), использующий 13 букв: НО НЕВИДИМ АРХАНГЕЛ МОРОЗ УЗОРОМ ЛЕГ НА ХРАМ И ДИВЕН ОН.

(Еще сложнее было старым русским поэтам, ведь до 1918 года в русском письме к каждому слову с согласным звуком на конце прибавлялся еще нечитаемый знак ъ — буква «ять». Однако известны перевертыши и с этой буквой. Вот образчик, принадлежащий Г. Р. Державину: «Я иду сѣ мечомѣ, судия».)

Перевертыши в генетическом тексте? Их потаенный смысл? Пока он не совсем ясен. Но нуклеиновые перевертыши слишком часто встречаются, чтобы это могло быть просто курьезом, полагают ученые.

ГЕННАЯ «ДАКТИЛОСКОПИЯ»

БУКВЫ. СЛОВА. Целые, разбитые на смысловые куски запятыми, заторцованные абзацами и стоп-точками ФРАЗЫ. Пришла пора говорить о генетических РАССКАЗАХ, ПОВЕСТЯХ, РОМАНАХ? Вряд ли. Такое уподобление неуместно. Однако слова «гене-

тическое ЖИЗНЕОПИСАНИЕ» имеют известный смысл. Ибо в полном геномном перечне — геноме — должен содержаться свод инструкций, годный на все житейские ситуации, в которых может оказаться живой организм.

Как же выглядит в целом такое генетическое ЖИТИЕ? Проиллюстрируем его на примере простейшего из природных созданий — вируса. Вирусы мельче бактерий. Увидеть их удастся только с помощью электронного микроскопа. Строение вируса архипримитивное, и все же его наследственная информация совсем не проста. Впрочем, смотрите и судите сами. Перед вами геном бактериального вируса фХ174, состав букв его единственной ДНК имеет вид:

```
ГАГТТТТАТЦЦТТЦАТГАЦЦАГААГТТ
ААЦАЦТТТЦГГАТАТТТЦГГАТГАГТЦГАА
АААТТАТЦТТГГАТАААГЦАГГААТТАЦТАЦ
ТТЦТТТТТТАЦГААТТАААТЦГААГТТГАЦ
ТГЦТГТЦГГААААТГАГААААТТЦГАЦТА
ТЦЦТТГЦГЦАГЦТЦГАГААЦТЦТТАЦТТТ
ГЦГАЦЦТТТЦЦЦАТЦААЦТААЦГАТТЦТГ
ТЦААААААЦТГАЦГЦТТТГГАТГАРГАГААГ
ТГЦТГАААТАТГЦТТТГЦАЦТТЦГТЦААГ
ГАЦТГТТТТАГАТАТГАГТЦА.....
.....
.....
```

Как вы думаете, читатель, сколько таких строк по 30 букв содержит жизнеописание этого вируса? 180 строк! А ведь это одна из наипростейших живых тварей. Каким же сложным должен быть геном животного или человека!

Исследования показывают, что записанная в такой же форме (кстати, вышеприведенную последовательность вирусных букв следует читать слева направо, строка за строкой, как и обычный текст) генетическая информация, заключенная в клетке животного, заняла бы книгу толщиной более 500 000 страниц!

Печатающая на машинке состав генома вируса фХ174, автор действовал медленно, вдумчиво, боясь допустить ошибку, написать не ту букву, скажем, спутать — не дай бог! — схожие по написанию Г и Т. Такие «описки» порой допускает и природа. Например, при делении клетки, когда набор ее ДНК удваивается, механизм репликации (самокопирования) может давать сбои: появляются пропуски букв, вставляются лишние литеры. Такие ошибки называются МУТАЦИЯМИ. Они могут быть и полезными и вредными.

Геном вируса фХ174. Что же скрывается в этих строчках? Конечно же, не только указания, как синтезировать аминокислоты и белки. И даже не только то, что делает вирус вирусом. Имеется здесь, утверждают ученые, и нечто большее: то, что отличает данный вирус от всех ему подобных вирусов, делая его неповторимым явлением природы.



Измрудный
тукан



Бородатка
тукановидная



Бородатка
черношея

В последние годы — исследования англичан (они были первыми) во главе с А. Джеффри и группы советских биологов, ее возглавил ведущий научный сотрудник Института молекулярной биологии АН СССР (Москва), доктор биологических наук, лауреат Государственной премии Алексей Петрович Рысков, — ученые заговорили о геной «дактилоскопии». Это не очень удачное название («дактилоскопия» в буквальном переводе с греческого — «рассматривать пальцы»!) означает, в частности, и то, что особенности строения ДНК людей (аналогичные закономерности в расположении генных букв присущи — это было доказано А. П. Рысковым и его коллегами — всем отрядам живого) позволяют разработать совершенно новые методы идентификации личности. На этот раз уже не по отпечаткам пальцев, а по «отпечаткам» генов. (Снятие отпе-

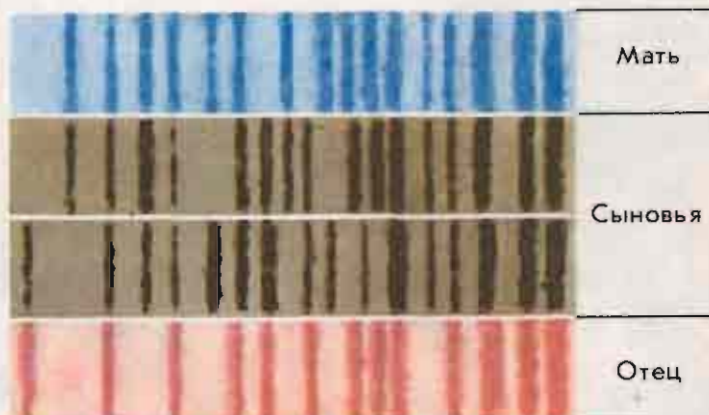
чатков пальцев становится средством все менее эффективным: даже новички в преступном мире знают — «работать» голыми руками нельзя, надо надевать перчатки.)

Для генного анализа достаточно всего одной капельки крови, нескольких волосиных луковиц или кусочка кожи — ведь из какого бы участка человеческого тела ни выделили ДНК, генный «портрет» будет всегда одинаковым. «Портрет»? Это особые «картинки» из множества горизонтально расположенных на рентгеновской пленке темных полосок. Образующие одна под другой этакую лесенку, они позволяют многое.

Например, помогают установить родство людей. Дети обязательно наследуют те или иные свойства и отца и матери, и следы этого сходства можно отчетливо различить в соответствующих местах генного «паспорта» ребенка. И ошибиться тут невозможно: вероятность случайного совпадения набора полосок совершенно ничтожна — одна на сотню миллиардов. Поэтому на Земле, с ее пятимиллиардным населением, двух разных людей, не близнецов, с одинаковыми ДНК не встретишь!

А еще генная «дактилоскопия» позволит исследователям и практикам изучать наследственные болезни, проводить паспортизацию

Анализ строения молекул ДНК («генная дактилоскопия») позволяет проследить видовое родство у птиц (к примеру, эти бородавки и тукан), установить родство (по совпадению генных полосок в «портретах» отца, матери и двух из сыновей).



животных или растений, отбирать чистопородное потомство, различать болезнетворные бактерии, взяться за решение эволюционных задач в генетике. И так далее.

ШАНС НА БЕССМЕРТИЕ

В геноме человека или животного, растения или микроба, возможно, содержится и еще одна крайне важная для них характеристика — продолжительность жизни. Поговорим об этом.

В 60-е годы Леонард Хайфлик, микробиолог и биохимик, работавший тогда в университете штата Флорида (США), убедительно показал, что жизнь клеток, а значит, и живого существа, которое состоит из этих клеток, имеет предел. Выяснилось, что клетки

способны делиться примерно 50 раз. После этого рост клеточной культуры прекращается, и клетки гибнут.

Даже если такие клетки заморозить — в подобном состоянии они могут храниться как угодно долго — после, скажем, 30 делений, а затем дать им оттаять, они будут делиться еще только 20 раз.

Это был крупный вклад в геронтологию — науку о старении. Предел жизни — «предел Хайфлика» — оказался заключенным в устройстве клеток. Ведь даже если мы сумеем устранить все причины, вызывающие старение человека, то все равно нам никуда не уйти от того, что нормальные клетки не способны делиться бесконечно. Что скрывается за этими фактами? Каковы причины упрямства клеток, их нежелания делиться неограниченное число раз, что даровало бы нам потенциальное бессмертие?

Сейчас в науке есть около 300 теорий старения клеток. Все эти взгляды можно разбить на две группы. Первая считает, что в клетке накапливаются «неправильные белки». И смерть здесь представляется «катастрофой ошибок». Считается, что существуют даже сигнальные белки старения. Их пытаются найти в сыворотке крови, которая стимулирует рост кровяных клеток, относится к числу обязательных компонентов их питательной среды.

Вторая группа представлений возлагает ответственность за старение на ДНК. Тут исследователи заняты поиском «генов старения».

Одни геронтологи убеждены, что старение происходит по принципу копировальной машины. При многократном воспроизведении ДНК качество копий из-за неизбежных ошибок-мутаций постепенно ухудшается. Генетические инструкции «бледнеют». Оттого-то в разные периоды жизни ансамбль наших генов звучит в клетках по-разному. Активно проявляющие себя в период детства и юности гены с годами замолкают, на смену им приходит «группа зрелости», а затем, в третий период жизни, в звучании обедненном «исполнителями» ансамбле все отчетливее проступает тема старости.

Имеются и другие предположения. Есть мнение, что с каждым делением клетки, когда происходит удвоение ее ДНК и эти молекулы расходятся во вновь образованные дочерние клетки, длина ДНК укорачивается, это и кладет на каком-то этапе предел делениям. И жизни. Такое предположение сделал лет пятнадцать назад кандидат биологических наук, сотрудник Института эпидемиологии и микробиологии имени Н. Ф. Гамалеи АМН СССР (Москва) Алексей Матвеевич Оловников. Чтобы проверить гипотезу Оловникова,

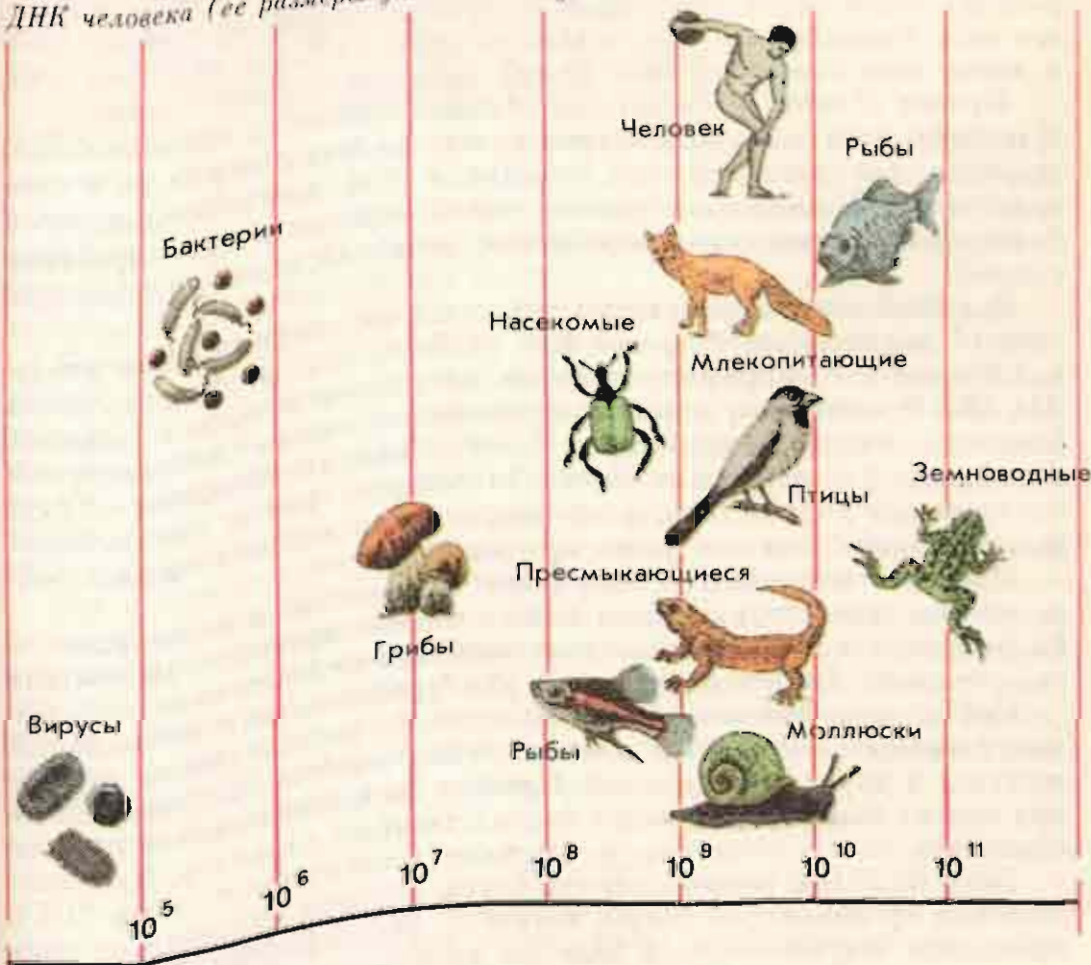
◀ *Даже обладающие «генами бессмертия» опухолевые клетки смертны. Вот мы видим, как клетки иммунной системы — они помечены голубым цветом — разрушают опухолевую клетку (помечена красным). Клетки-убийцы прикрепляются к клетке-мишени своими «щупальцами» — псевдоподиями и выделяют на ее поверхность белок, образующий дырки-поры в клеточной мембране-оболочке клетки-жертвы. Входящая внутрь поврежденной клетки вода раздувает ее, как футбольную камеру, и в конце концов разрывает. На фотографии, полученной с помощью сканирующего электронного микроскопа, виден большой разрыв...*

необходимо очень точно регистрировать длину ДНК в делящихся клетках. Это очень трудная задача, требующая еще и очень чувствительных, очень тонких приборов.

Шанс на бессмертие? Его оставляет человеку такое предположение. Раковые клетки, на удивление, обладают неограниченной способностью к размножению, они словно бы имеют «гены бессмертия». И потому появилась надежда научиться передавать это их свойство клеткам нормальным.

Будет ли это средством Макропулоса, описанным Карелом Чапеком в его знаменитом романе, или эликсиром Амбруаза Паре (французский хирург эпохи Возрождения, 1517—1590 гг.), секрет которого искали герои английского писателя Дж. Керша? Удастся ли человеку стать стараниями науки практически бессмертным, что облегчило бы ему, к примеру, полет в другие галактики? Ответы на эти вопросы может дать только будущее.

Длина молекулы ДНК свидетельствует о степени развития того или иного организма. Но и тут есть противоречия: ДНК лягушек и рыб оказались длиннее ДНК человека (ее размеры указаны внизу).



Проблему старения удастся, видимо, решить лишь при гораздо более полном знакомстве с природой генов. Это одна из многих причин, отчего в последнее время в сообщениях прессы, в научных публикациях все чаще говорят о новом американском проекте — «Геном человека». О плане дешифровки ВСЕЙ последовательности букв текста ДНК.

Говорят, что все началось со смерти в США известного миллиардера Хьюза. Он завещал 4 миллиарда долларов для... генных исследований. Была создана представительная комиссия ученых, которая посчитала проект «Геном человека» выполнимым, определила размер расходов — 3 миллиарда долларов — и время работы — примерно 15 лет.

(Пока из 100 000 генов, содержащихся в клетке человека, в его 46 хромосомах, известно расположение всего около 1000 генов. Современные темпы расшифровки, картирования — 200 генов, или 1 миллион «букв», в год. Однако ученые уверены: скорость декодирования генов будет ускоряться в геометрической прогрессии, так что есть надежда, что при наиболее благоприятных условиях уже к концу века геном человека может быть практически познан.)

Проект «Геном человека» обсуждается сейчас не только в США. Масштабы дела — это задача типа полета на Марс: лететь ли в этом столетии или перенести это событие в XXI век? — прельщают и отпугивают. Возможно, в рамках одной страны решить проблему будет затруднительно — потребуется международная кооперация усилий.

В нашей стране — создавать ли вслед за американцами аналогичный национальный проект или нет? — споры об этом начались в 1988 году. В поддержку проекта на годичном общем собрании АН СССР выступил один из крупнейших наших молекулярных биологов, академик-секретарь Герой Социалистического Труда Александр Александрович Баев. Он говорил, какое практическое значение для диагностики, а в будущем и для лечения наследственных болезней будет иметь эта программа.

Прогресс медицины — теперь это становится все очевиднее — во многом зависит от полноты наших генных знаний. Они помогли бы разработать множество вакцин, защищающих человека от болезней, открыли бы новые просторы для профилактики заболеваний.

Сейчас медицинские детективы идут по следам генов, которые могут оказаться причиной возникновения диабета, аллергии, язвы желудка и других заболеваний. Пришло бы и более зрелое понимание многих болезней, имеющих наследственный характер. Их можно объяснить как «опечатки» в формуле генетического кода ДНК.

Пока из 50 000 разновидностей белка, которые синтезирует человеческий организм (не считая антител), расшифровано менее двух процентов. Изучение генов дало бы возможность производить вне



Хромосомный набор человека насчитывает 46 единиц (при этом у мужчин имеются половые хромосомы XY, у женщин — XX).

организма многие виды белка, которые могли бы стать действенными лекарствами. Сюда входят десятки видов интерферона, энцефалины — естественные болеутоляющие, вырабатываемые в головном мозге человека белки, ключевые белковые компоненты иммунной системы. И так далее, и так далее.

Изучение генома дает надежду и для эффективной борьбы с одним из «главных убийц» человека — атеросклерозом. Выясняется, что у одного человека из пятисот встречается дефектный ген, мешающий нормальному поглощению и разложению избыточного холестерина на клеточном уровне. У лиц, страдающих этим недостатком, холестерин накапливается в артериях, закупоривает их и приводит к преждевременной смерти.

Эти и другие примеры свидетельствуют о том, что, видимо, еще до конца нашего века генетический анализ и консультации займут в здравоохранении видное место. И основной упор в медицине будет перенесен с лечения на профилактику болезней. А еще, представляя проект «Геном человека», А. А. Баев говорил, что в рамках этого проекта у нас в стране следовало бы создать Институт человека, который стал бы центром, обобщающим все данные о человеке как о существе биологическом и социальном.

«ПОЗНАЙ СЕБЯ»

В нашей стране имеются и сторонники и противники проекта «Геном человека». Устроим нечто вроде «круглого стола» — это позволит нам заслушать самые разные мнения.

Член президиума АН СССР, директор Института белка, молекулярный биолог и биохимик академик Александр Сергеевич Спирин — противник проекта. Считает, что проблема эта скорее техническая, чем научная. Подчеркивает, что процедура расшифровки ДНК очень однообразна, трудоемка и утомительна. Впрочем, вот его подлинные слова (интервью газете «Известия»): «Сосредоточение больших интеллектуальных сил и материальных средств на подобной проблеме обескровит науку и может затормозить ее развитие в других, в оригинальных областях. Целое поколение научной молодежи будет фактически выведено из сферы творчества». Спирин отмечает, что это не только его мнение: «Нобелевский лауреат Дейвид Балтимор недавно характеризовал проект «Геном человека» как «проект, не имеющий научной ценности» и «уловку для добычи денег», хотя широкой публике он кажется объяснимым и полезным. Я привожу эти слова, чтобы показать: не только у нас критикуют новый проект, но и в стране, где он впервые был предложен. Он действительно громче всего гремит — уже хотя бы потому, что под него просят у правительства огромные деньги».

Искать свои пути, а не копировать Америку, предлагает другой известный наш молекулярный биолог академик Георгий Павлович Георгиев. А стоит ли, говорит он, как можно скорее начинать пересчитывать все до одной, даже самой мельчайшей, звездочки на генетическом небосводе? Так ли это нужно? Не практичнее ли в первую очередь сосредоточиться на явно имеющих гениую природу проблемах старения, рака? Найти соответствующие блоки генов и начать расшифровку именно с них?..

О желательности скорейшей практической отдачи говорил, в беседе с автором этой книги, и заместитель директора Института молекулярной биологии доктор биологических наук Александр Владимирович Зеленин: «Полная расшифровка генов человека — словно бы возведение гигантского небоскреба. Стоит ли ждать, когда он будет окончательно построен, и лишь тогда начинать его заселение? Не лучше ли сразу, по мере строительства, заполнять его жильцами? Тут же пускать гениые знания в оборот?..»

Проект «Геном человека» обсуждают и в Японии. Японцы предлагают оригинальный подход. Хотят создать роботы, машины, которые начали бы автоматическую дешифровку ДНК.

Эта работа уже начата. Японская фирма «Сэйко, инструменты и электроника» (Токио) в 1984 году создала автоматический секвенатор (от латинского sequentia — «последовательность», имеется в виду последовательность гениых букв) ДНК. Хотя скорость работы автомата пока такая же, как у человека, робот можно широко использовать в лабораториях, поскольку он освобождает квалифицированных специалистов для более творческой деятельности.

Представить себе будущее, когда все гены человека будут декодированы, можно в известной мере уже сейчас. Возникнут «библиотеки генов». В них будет храниться полный рецепт химического

состава человеческого тела. Наследственный код человека — все три миллиарда знаков — мог бы целиком уместиться на тридцати катушках магнитной пленки большой емкости. Все их можно было бы легко разложить на книжной полке около метра длиной.

Пользователь такой библиотеки генов, находящийся совсем в другом месте, за тысячи километров, нажатием клавиши на компьютерном терминале смог бы получить все необходимые ему сведения... Формула-рецепт для составления гормона роста, к примеру? Пожалуйста! Через несколько секунд перед абонентом на экране его персонального компьютера зеленой строкой вспыхнула бы длинная вереница из повторяющихся около двух тысяч букв:

АТГГЦТАЦАГГТААГ...

Мы всегда ценили древний совет «Познай себя», написанный на храме Аполлона в Дельфах в Древней Элладе. Знание нашей генетической сущности означает и значительно более глубокое самопознание. Управление нашими генами, конечно, влечет за собой риск, но это гораздо менее рискованно, чем предоставлять им управлять нами*.

СКЛОННЫЕ К «ПЕРЕМЕНЕ МЕСТ»

Будем надеяться, что где-то в первом десятилетии первого века следующего, третьего, тысячелетия инвентаризация генов человека будет завершена. Но будет ли при этом известна СТРОГАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ генных букв — это еще вопрос. Сомневаться в этом приходится потому, что гены проявили еще одно удивительное свойство — немалая часть их имеет явную склонность к «перемене мест»!

Гены можно разделить на УНИКАЛЬНЫЕ — они встречаются в геноме один-единственный раз (в крайнем случае, в виде очень небольшого числа копий) — и гены МНОЖЕСТВЕННЫЕ. Эти повторяются десятки, сотни раз. Обычно они группируются в одном участке ДНК.

Все эти гены роднит то, что они «знают» свое место, имеют точный адрес. Иного прежде и не предполагалось.

Однако сравнительно недавно положение изменилось. Ученые неожиданно обнаружили особую группу множественных генов. Их положение в ДНК не было строго регламентировано, они словно бы странствовали по геному. Эти гены-«бродяги» получили название «прыгающих» генов.

Открыла «подвижные» гены американская исследовательница Барбара Макклиток. Еще в 40-х годах нашего века, изучая кукурузу, она получила в ней ряд мутаций, которые объясняла наличием генных элементов, меняющих свое место от растения к рас-

* Пока эта книга готовилась к печати, проект «Геном человека» был принят в СССР.

тению. (Любопытно, что всю жизнь Макклинток предпочитала работать одна, даже без лаборантов, — не вызов ли это современному духу усилий коллективных?)

Мысль о «подвижной» генетике была настолько революционной, что к ней отнеслись с большим недоверием, эти соображения просто игнорировали. И только в 1983 году Макклинток была удостоена за свое открытие Нобелевской премии. Долгое время полагали, что «подвижные» гены — удел лишь растений да бактерий, что геномы животных и человека все-таки стабильны. И с этим догматом пришлось расстаться. В 1977 году в американском журнале «Science» было опубликовано сообщение группы советских ученых (возглавил ее заведующий лабораторией биосинтеза нуклеиновых кислот Института молекулярной биологии АН СССР академик Г. П. Георгиев) о том, что у дрозофилы, то есть у одного из представителей животного царства, также имеются подвижные гены.

Г. П. Георгиев и его сотрудники (особо следует упомянуть доктора биологических наук Ю. В. Ильина и кандидата биологических наук Н. А. Чурикова) назвали такие гены «мобильными диспергированными генами», сокращенно мдг (семейства таких генов стали обозначать цифрами: мдг1, мдг2, мдг3 и так далее). Группа же американских исследователей, возглавляемых Д. Хогнессом (Станфордский университет, штат Калифорния), подтвердившая в 1979 году открытие советских ученых, использовала в обозначениях более поэтические названия: «сориа» (копия), «гурсу» (цыган), «Beagle» (в честь корабля «Бигл», на котором плавал Ч. Дарвин), «гоо» (крошка Ру из «Винни-Пуха») и так далее.

Так стараниями ученых разных стран (работы Г. П. Георгиева у нас в стране были удостоены Ленинской, 1976 год, и Государственной премии СССР, 1983 год) был совершен переход к генетике «подвижной», начался прорыв из мира генного постоянства в стихию генетической нестабильности.

«ЭГОИСТИЧЕСКАЯ» ДНК

Очам твоей души —

молитвы и печали,

Моя болезнь, мой страх,

плач совести моей:

И все, что здесь в конце,

и все, что здесь в начале,—

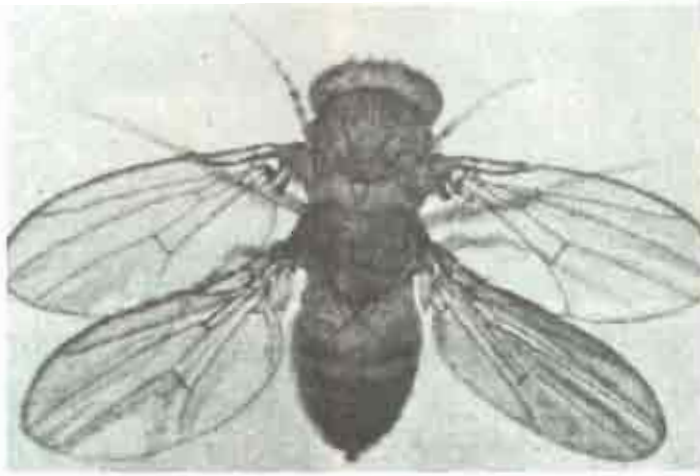
Очам души твоей...

Я. СЕВЕРЯНИН

Каков СМЫСЛ перемещения генов в ДНК? (Оговоримся: гены не движутся в буквальном смысле, не бегают по молекуле ДНК, словно тараканы или жуки. Гены каждой конкретной, скажем,

Вот какое разнообразие типов зерен можно наблюдать у мутантов кукурузы. ►





Нормальная мушка дрозофила «оснащена» одной парой крыльев и тремя парами ножек. А в результате направленных мутаций удается вывести особи, обладающие двумя парами крыльев. Представьте себе, что выведены породы лошадей с шестью или даже восемью ногами!

кошки фиксированы, но часть их, около 5%, не имеет постоянного места, поэтому у двух разных кошек генный рисунок различен.) Какие функции у генных «прыжков»? Какие полезные или вредные свойства сообщают гены-«бродяги» живым существам?

Четких ответов нет. Есть предположения.

Вскоре после обнаружения подвижных элементов генома Ф. Крик еще раз выказал свою ярко выраженную способность давать толкование чужим экспериментам. Он предположил, что «прыгающие» гены являются «эгоистической» ДНК. (Этот термин был предложен ранее для обозначения частей ДНК, не выполняющих полезных для клетки функций, но тем не менее в ней присутствующих.)

«Прыгающие» гены — это «генетические паразиты», приживалы, нахлебники, особые генные образования, находящиеся с ДНК в симбиозе. Они, считает Ф. Крик, не вредят клетке, но и пользы никакой ей не приносят. Это некий генетический балласт (некоторые мдг с помощью скрещиваний удается удалить из организма, и это никак не сказывается на его жизнеспособности), — балласт, от которого трудно избавиться. Гены-«эгоисты» не кодируют синтез какого-либо белка, они заняты только проблемой самосохранения и, если удастся, размножения.

Такие представления преобладали прежде. Теперь они начинают меняться. Чтобы объяснить роль мдг, доктор биологических наук М. Голубовский прибегает неожиданно к помощи... поэзии. Берет стихи И. Северянина — их начало мы сделали эпиграфом этой мини-главки, продолжение даем:

Очам души твоей —
 сиренью упоенне
И латургия —
 тими жасминовом почам;
Все, все, что дорого,
 что будит вдохновенье, —
 Души твоей очам!

Для Северянина это был один из словотворческих опытов, для М. Голубовского эти стихи — иллюстрация того, что подвижные гены могут делать с генетическим текстом.

«Агентурные сведения» об мдг, — считает М. Голубовский, — таковы: их размер — от нескольких сот до нескольких тысяч генных букв, особые «приметы» — на одном и другом конце имеются повторы (скажем, начало — АТГАГ, конец — ГАГТА, как в стихах Северянина!), а в месте их внедрения в ген-хозяин возникают «родимые пятна» — повторы из 5—7 букв ДНК. Такие генетические тексты, — пишет он, — обрамленные повторами, начинают вести свою, отдельную от общей наследственной системы жизнь. Они подчиняют своему звучанию близлежащие гены, которые либо замолкают, либо усиливают свою активность, либо начинают работать в другом режиме...»

Так действие мдг или его части, подобно льдинке, попадающей в сердце Снежной королевы, «замораживает» работу гена!

К чему это может привести? Прыжки генов способны породить химер! Возникают удивительные спонтанные мутации. Так, у дрозофил могут измениться сегменты тела, часть глаза может превратиться в зародыш крыла; сегмент брюшка, который в норме не имеет отростков, может быть трансформирован в сегмент груди, причем из него начинают расти лапки!..

Любопытно, что вызванные массовыми прыжками «подвижных» генов мутации как бы подвержены «моде». В 30-х годах частота мутаций, вызывающих у дрозофил желтую окраску тела и белую окраску глаз, возросла в сотни раз, и эта «мода» длилась до 40-х годов. В конце 60-х у дрозофил возникла «мода» на брюшко уродливой формы — *abnormal abdomen*, она продолжалась лет пять и была вытеснена мутацией «опаленные щетинки».



При мутациях, затрагивающих комплекс регуляторных генов, у дрозофилы вместо «антенн» на голове (обычная ситуация) может развиваться дополнительная пара... конечностей!

Еще одна возможная (об этом ведутся споры) функция мдг в том, что благодаря перемещающимся элементам, вследствие обмена пакетами генов генофонды всех живущих на Земле организмов оказываются объединенными в общий генофонд всего живого мира. Блуждающие гены роднят между собой разошедшиеся еще десятки миллионов лет назад, казалось бы навсегда, виды. Так, птицы и вирусы, мыши и люди оказываются **ЕДИНОЙ СЕМЬЕЙ**.

КВАКАЮЩИЕ ФРУКТЫ

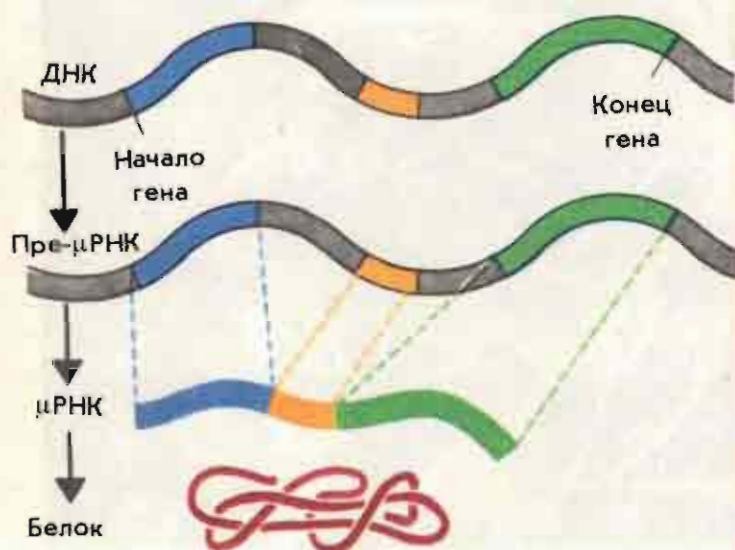
Академик А. С. Спириин уверен: пересчитывание всех звеньев генома не много даст науке. Почему? Потому, что «на 95 процентов они (гены, — Ю. Ч.) — осколки и тупики эволюции, может быть, просто мусор».

С таким категорическим заявлением, возможно, трудно согласиться, но и спорить нелегко. Недавно природа преподнесла генетикам еще один сюрприз. Выяснилось, что даже нормальные, синтезирующие белки гены (не мдг) не являются, как это полагали ранее, непрерывными цепочками **ЗНАЧАЩИХ** букв в ДНК. Они во многих случаях — некоторые генетики убеждены, что в большинстве! — оказываются разделенными самым причудливым образом.

Такие гены имеют свои последовательности букв, постоянно прерываемые тем, что кажется «бессмысленными последовательностями», — по крайней мере, они не являются частями генетической инструкции по синтезу данного белка. Эти «посторонние последовательности» (названные «интронами» в отличие от «экзонов» — последовательностей, которые выражают необходимые «инструкции») имеют такую же длину, как и значащие генетические последовательности, или даже бывают длиннее их.

ДНК вдруг предстала этаким винегретом из генов, порубленных

Процесс синтеза белка с «прерывистого» гена включает ряд дополнительных стадий. После первоначального полного копирования геновых букв следуют стадии «вырезания» интронов (интроны, их совокупность, обычно составляют большую часть гена: от 80 до 95 процентов его длины) и последующего «склеивания» экзонов.





Генные инженеры, действующие с точностью часового мастера, возможно, когда-нибудь создадут и растение-животное. Подобно тому (ягнота, падающие с дерева, как спелый плод), что изображено на этом средневековом рисунке. Книга с такой иллюстрацией была издана на французском языке в 1360 году.

на части! Это похоже на то, как если бы кто-то взял слово

ХИМЕРА

и написал вместо него такое:

ХБВИГДЖМЗКАНРОПЕСТУФХРЦЦЩЫЪА.

Мы подчеркнули незначащие буквы, чтобы читателям было легче выбирать буквы значащие и игнорировать остальные.

Вот так стало еще более понятным, насколько хитрым является химическое чтение генетических текстов. Оно идет в несколько этапов. Сначала особые РНК (их существование было впервые доказано академиком Г. П. Георгиевым и его сотрудниками) снимают с ДНК весь текст целиком, как бы делают его слепок. Затем начинается постепенное удаление, вырезание (этот процесс называют «созреванием» молекул РНК) лишних, бессмысленных кусков-«интронов».

К чему такие сложности, многоступенчатость? Кто знает! Может быть, процесс постепенного выявления осмысленных частей как-то улучшает качество генного прочтения? Ведь, скажем, речь воспринималась бы вами значительно хуже, а порой и вообще не воспринималась, если бы диктор читал текст без пауз и остановок (прерывистость), как торопящийся пономарь, без некоторых, несущественных на первый взгляд, вводных слов, предложений и объяснений (избыточность).

Это — одно соображение, другое: а что, если кажущиеся бес-

смысленными куски столь же наполнены информацией? И она просто не проявляет себя до поры, хранится про запас. Не здесь ли спрятан код для химерических организмов? Что, если тут скрываются комбинации генов для квакающих фруктов, хрюкающих цветов, щебечущих, словно птицы, мышей?..

Ботаники нашли клеточку и в клеточках-то протоплазму, и в протоплазме еще что-то, и в той штучке еще что-то. Занятия эти, очевидно, долго не кончатся, потому что им, очевидно, и конца быть не может...

Л. В. ТОЛСТОЙ, ИЗ СТАТЬИ «О НАЗНАЧЕНИИ НАУКИ И ИСКУССТВА»

Забавно: придав гену четкий смысл, исследователи тут же засомневались. И ныне понятие «ген» начинает «расползаться». Считается, что есть гены, кодирующие изготовление определенных бел-

Добдет ли дело до воплощения химерических существ, подобных тем, что здесь нарисовал художник Владимир Рабаев?





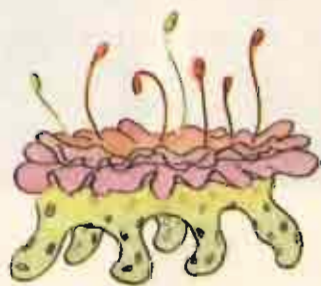
Еще две химеры в нашей коллекции: олень-береза (игрушка) и животное-растение (деталь крышки старинной шапталки).

ков, есть гены регуляторные (они «включают» и «выключают» те или иные процессы считывания генетической информации), гены «прыгающие» (их еще называют «транспозонами»)...

Но больше всего знатоков ДНК волнует такая загадка. Почему значительная часть генных цепочек оказалась как бы лишней, имеет неясные, загадочные функции? Для бездейственных звеньев ДНК в науке придумано множество терминов: «псевдогены», генный «мусор», «эгоистическая», «мертвая», «невежественная», «паразитическая» (в отличие от штампующей белки «полезной» геной части) ДНК. Ученые, прежде всего генетики-эволюционисты, пишут о резервных генах — «рабах», о том, что «невежественная» ДНК может стать «мудрой», превратиться в «ДНК-проповедника»!..

Что ж, в общем, удивляться тут не приходится. Ведь и казавшиеся неделимыми протоны, нейтроны, мезоны были разбиты физиками на полумистические (считается, экспериментально обнаружить их, так сказать, подержать в руках, невозможно!) кварки. Кварки, которые в свою очередь (уже есть множество еще более диких теорий) в дальнейшем, видимо, будут разменены на...

Так и гены. МАТРЕШЕЧНОЕ ДРОБЛЕНИЕ этого понятия будет, несомненно, продолжаться и дальше.



3 С ТОЧНОСТЬЮ

ГЛАВА ЧАСОВОГО МАСТЕРА



Для бизнесмена или правительственного чиновника в промышленно развитых странах Запада слово «ДНК» становится столь же привычным, как «нефть» или «сталь».

М. Д. ФРАНК-НАМЕНЕЦКИЙ

Возраст жизни на Земле — сотни миллионов лет. К нам, в сегодняшние дни, жизнь пробивалась сквозь многие потрясения и катастрофы. Они стерли с лица планеты динозавров, мамонтов и других диких животных. Но все-таки кое-какие следы древнейшей истории жизни сохранились.

В куске каменного угля, извлеченного из земных недр, можно обнаружить отпечатки доисторического папоротника. В размолотом строителями валуне — найти окаменевшие раковины моллюска. В выброшенных штормовыми волнами на песчаное побережье Балтики золотистых кусках янтаря, этой застывшей смоле реликтовых деревьев, порой удается разглядеть «мумии» насекомых.

Какой-нибудь «запечатанный» в янтаре комар является собой удивительное зрелище! Подумать только: неисчислимый ряд поколений отделяет его от современных сородичей, казалось бы, он обязан разительно отличаться от своих собратьев, родившихся в атомном веке. Так нет! Комар все тот же: природа пронесла облик насекомого из глубин тысячелетий в наше время почти неизменным.

Многих представителей древней флоры и фауны сохранил для нас янтарь. ►



Различие, если оно и есть, кажется совершенно несущественным.

Как же природе удается из века в век репродуцировать, раз за разом повторять свои изделия? И не приближенно, не кое-как, спустя рукава, оставляя лишь главное, не заботясь о деталях, — а творить словно бы под копірку, добиваясь воспроизведения даже самых мельчайших особенностей и нюансов.

Загадка? Величайшая! И слава науке, которая сумела эту тайну разгадать.

ЭСТАФЕТА ПОКОЛЕНИЙ

Суть секрета — в устройстве молекулы ДНК. В том, что у нее не одна, а именно две спирали.

А в самом деле, к чему излишества? Ведь и на одной спирали-ленте можно было бы записать всю наследственную информацию. Да, записать-то можно — трудно сохранить!

Уникальность ДНК в том и состоит, что в природе это единственная молекула, способная «размножаться делением», воспроизводя себя, давая живым клеткам шанс непрерывно удваивать их число. А научной истиной это положение стало во многом благодаря исследованиям Эрвина ЧАРГАФФА.

Э. Чаргафф, австриец по национальности, родился в 1905 году в Австро-Венгрии (город Черновцы, теперь это территория Западной Украины). Окончил Венский университет (1928), биохимик, работал в Берлине, с приходом нацистов переехал в Париж, затем оказался в США (гражданин этой страны с 1940 года). Многие годы отдал он изучению нуклеиновых кислот. Чаргафф рос и воспитывался в атмосфере классической науки, материальные основы генетики тогда еще не были известны. Возможно, поэтому, отдав делу изучения ДНК и РНК так много времени, имея в этой области огромные заслуги, он с недоверием и даже с неприязнью встречал последние новшества молекулярной генетики. Впрочем, предоставим ему высказаться самому: «...Я разделяю ученых на два основных типа: одни — это более редкий тип — стремятся познать окружающий мир, познать природу; другие, которых куда больше, непременно хотят объяснить мир. Первые ищут истину, иногда вполне четко сознавая безнадежность своих попыток; вторые стремятся к законченной стройной и целостной картине мира. Первым мир открывается в его лирической напряженности, вторым — в логической ясности, и это они, вторые, — его владыки...» И дальше, более резко: «А теперь придется ввести еще одну подгруппу, может быть, самую влиятельную в биологии, — это те, которые хотят перекроить природу. Этим я не буду касаться, потому что убежден, что именно попытка преобразовать или перехитрить природу почти привела к ее гибели...» А вот более грустное признание Чаргаффа: «...Человек не может быть без тайны. Можно сказать, что великие биологи

прошлого творили в свете самой тьмы. Нам уже не досталось ничего от этой благотворной ночи. Луна, на которую я в детстве любил смотреть по ночам, — такой луны уже нет на небе. А что последует за этим? Боюсь, что меня поймут неправильно, если я скажу, что в каждом из наших великих научно-технических подвигов человечество необратимо теряет еще одну точку соприкосновения с жизнью».

Пессимизм (возможно, природный) не мешал, однако, Чаргаффу быть великодушным исследователем. Он вспоминает, как поразило его сообщение О. Эвери (1944), доказывающее вроде бы, что таинственные гены спрятаны в нуклеиновых кислотах: «Я был просто потрясен. Мне вдруг показалось, что я вижу неясные контуры грамматики биологии».

Чаргафф резко повернул руль своих научных поисков и занялся химией ДНК. И удача сопутствовала ему. Ученый доказал, что генетические буквы располагаются в спиральных ДНК строго попарно. Против аденина (А), расположенного на одной из спиралей, всегда находился тимин (Т), размещенный на другой спирали. И так же, словно взявшись за руки, вели себя и две другие буквы: гуанин (Г) обязательно располагался против цитозина (Ц).

Согласно Чаргаффу, выходило, что в молекуле ДНК буквы алфавита подчиняются следующему математическому закону:

$$A + G = T + C.$$

Большое открытие! Оно сразу многое прояснило. Прежде всего, то, почему в генетическом алфавите ЧЕТНОЕ число (четверка: А, Г, Т и Ц) букв. Понятно, нечетное число букв — три, пять и так далее — нельзя разбить на пары.

Стало ясным и то, каким образом удваивается молекула ДНК, плодя точные свои копии. Существование двух взаимосвязанных через дополнительные буквенные пары А — Т и Г — Ц спиралей, внешнее надстраивание на них дополняющих букв позволяет природе легко размножать ДНК и клетки.

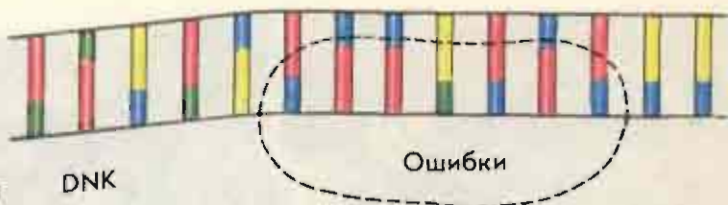
Процесс идет таким образом. Одна спираль, назовем ее — нить А, воспроизводит дополнительную нить — спираль В, а нить В (вторая начальная спираль) повторяет нить А. Вот так вместо одной возникают уже две молекулы ДНК, затем, если считать общее их число, — 4, 8, 16 и так далее — эстафета поколений! — в геометрической последовательности, до бесконечности. То есть до наших дней.

ДНК НА РЕМОНТЕ

Репликация, удвоение ДНК, идет с большой, прямо-таки пулеметной скоростью: до 500 букв за секунду у бактерий, до 50 букв у млекопитающих. Вот с какой сказочной быстротой совершается



Стадии ремонта (репарации) поврежденной молекулы ДНК. «Ремонтные» ферменты проводят все процессы восстановления очень быстро и точно.



Схематическое изображение процесса удвоения (репликации) молекулы ДНК. Руководят им ферментные комплексы (серые сгустки на рисунке), они-то и создают из строительного материала (нуклеотиды с прикрепленными в них генными буквами: цветные палочки на рисунке) дочерние ДНК.



«перепечатка» громадного генетического «архива». И это печатание идет ежедневно, ежечасно, ежеминутно. Тонкий процесс! Он поражает наблюдателя еще и своей точностью. Тем, повторимся, что какого-нибудь рачка, обитавшего в теплых морях палеозоя, очень трудно (неспециалисту вообще невозможно) отличить от его нынешнего потомка. Опечатки? Они, конечно, случаются. Без этого нельзя. Точно установлено учеными: при копировании ДНК человека, например, когда в каждой спирали содержится несколько миллиардов букв, число ошибок достигает крупной величины — до десятков тысяч (!) на каждое клеточное деление.

И это не самые страшные для живой материи факты. Живая клетка, а вместе с ней и ДНК часто оказываются под грозным воздействием ультрафиолетовых, рентгеновских и прочих вредных излучений. Спирали ДНК корежат, «выбивая» буквы, и различные попадающие в клетку химические агенты. Но даже если внешняя среда чиста, то и тут искажения в ДНК имеют место, на этот раз уже самопроизвольные, вследствие тепловых ударов. Подсчитано, что при 37° С в среднем ДНК клетки теряют до 20 букв-оснований (в промежутках между двумя делениями).



На этом рисунке специалист может разглядеть многие подробности проведения гениоинженерной операции.

Но как же тогда понимать, спросит удивленный читатель, примеры с комаром в янтаре, с прапращачком, о которых упоминал автор? Что же гарантирует почти вечную повторяемость живого? Где истоки столь полезной для жизни консервативности ее форм?

Вначале генетики думали, что постоянство — это-де особое свойство генов, которые не подвержены никакому влиянию внешних воздействий. Но тогда, спрашивалось, как же можно было совместить с этим огромную гибкость, подвижность, удивительную приспособляемость, явную тягу живой материи к обновлению?

Страстные дискуссии продолжались и после открытия Уотсона и Крика, когда структура ДНК обнажила свои очертания. Не сразу ученые догадались о существовании в клетке специальной РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ. О наличии микроспецов, денно и попно пекущихся о сохранении чистоты смысла первоначальных записей.

Кстати, тут еще раз проявило себя значение двунитчатости ДНК. Она необходима не только для создания идентичных копий генетического материала, но и для пущей — с запасом! — сохранности записанной в ДНК информации, ибо повреждения редко затрагивают сразу ДВЕ спирали. И целостность второй, неповрежденной, позволяет начать ремонтные работы.

Кто же взял на себя в клетке роль мастеров-ремонтников? Особые белки-ферменты, названные рестриктазами и лигазами.

Рестриктазы рвут, разрезают последовательность букв в ДНК, но делают это не как попало, а лишь в тех местах, где имеется сочетание строго определенных букв, узнаваемых только данной рестриктазой. Арсенал рестриктаз постоянно пополняется и включает уже более 400 наименований. Любопытно еще, что рестриктазы открыли в известной мере случайно, ища ответ на совсем другой вопрос: пытаюсь понять, как клетке удается справляться с проникшими в нее вместе с бактериями или вирусами чужеродными ДНК.

Вот так стала ясна кухня «рубки» молекул ДНК на части. И тут же появились сомнения: а не разбегутся ли разрезанные куски в разные стороны, не затеряются ли? Как-то их потом соберешь? Как удастся клетке создать из обрезков ДНК нечто для нее полезное?

Получалось, что, кроме топоров, пил, вырезающих, удаляющих ненужные, лишние (повреждения, описки и так далее) фрагменты, необходимы и «липучки» — средства для «склейки» кусочков ДНК. И здесь ученым повезло: они вскоре обнаружили ферменты лигазы, специализирующиеся на сшивании частей ДНК, на восстановлении ее целостности.

Так было установлено, что в клетке в случае нужды есть кому не только кроить и пороть молекулы ДНК, но и сметывать их!

СТАЯ ЖИЗНЕРАДОСТНЫХ ОБЕЗЬЯН

Ощупав гены, свыкшись с их материальностью, человек тут же захотел заняться генной хирургией. Как подступиться к этому делу? Вначале — до открытия рестриктаз и лигаз — затея казалась безнадежной. Конечно, порвать молекулу — такую длинную! — ничего не стоит. Однако нужны не случайные разрывы: требовалось удалить одни гены и вставить в освободившиеся «пустоты» другие.

Обсуждались разные проекты. Свои «инструменты» предлагали и физики, и химики. Что, если ударить по ДНК лазером? А может, лучше плавить молекулу наследственности в определенных местах? Или пилить ее химическими пилами?

Идей и попыток было немало, но результаты не вдохновляли, ибо требовались такие хирургические ножи, которые позволяли бы разрезать молекулу ДНК с точностью до миллиардных долей метра. С атомными «допусками». (Если бы с такой аккуратностью раз-

делать батон колбасы, то каждому жителю земного шара досталось бы по кусочку!)

Барьер казался неодолимым. Наступление века геной инженерии отодвигалось на неопределенный срок. И вот в момент уныния на помощь ученым поспешила сама природа. Она предложила и «скальпели» (ферменты рестриктазы), и «иглы с суровой ниткой» (лигазы). Ведь мало было кромсать молекулы ДНК, хотя бы и с точностью часового мастера, нужно было еще научиться скреплять генные фрагменты, чтобы получать любые варианты генных гирлянд.

Генноинженерная операция начинается с выделения из клеток, точнее, из их ядер, молекул ДНК.

Такую работу наблюдать очень поучительно. Сначала к суспензии (раствору) клеток добавляют ПАВЫ — поверхностно-активные вещества. Они разрушают, ломают мембраны — стенки клеток и ядер. Картина при этом получается любопытная. На ваших глазах мутноватая жидкость, налитая в стакан или колбу, превращается в прозрачный вязкий клей, почти студень. Это длиннейшие нитевидные молекулы ДНК выходят в раствор из лопнувших ядер. Осажденные затем спиртом, ДНК выпадают рыхлыми беловатыми волокнами, которые можно вынуть из стакана, наматывая их на стеклянную палочку.

Достаточное для работы количество ДНК получено. Но — боже! — в каком они виде!.. Это каша обломков, обрубков. Как же выловить из этого хаоса, из случайно перемешанных обрезков нужный нам ген и вполне определенную осмысленную последовательность букв ДНК?

Вот как описывает трудность подобной задачи доктор биологических наук Борис Михайлович Медников:

«Представьте полное академическое собрание сочинений Пушкина, изданное тиражом в сотни миллионов экземпляров (с таким количеством исходных клеток в колбе обычно имеют дело молекулярные биологи). Весь тираж при этом напечатан в одну строчку на телеграфной ленте и перемешан в огромный ворох, который непрерывно перелопачивают (имитация теплового движения молекул в растворе), а стая жизнерадостных обезьян (это аналог ферментов нуклеаз, полностью избавиться от них при выделении молекул ДНК из клеток невозможно) рвет ленту, где им это понравится. Теперь представьте, что, не прикасаясь руками и не видя текста, с расстояния пятидесяти метров надо из этой кучи выбрать все ленты, на которых отпечатан, например, «Анчар» или первая глава «Евгения Онегина».

Вот примерно такого рода задача стояла перед учеными. И удивления достойно, что они с ней справились.

Все тонкости этого дела мы пересказать, понятно, не в состоянии. Важен итог, то, что теперь исследователи умеют выделить любой нужный им ген.

Е. COLI — «РАБОЧАЯ ЛОШАДКА»

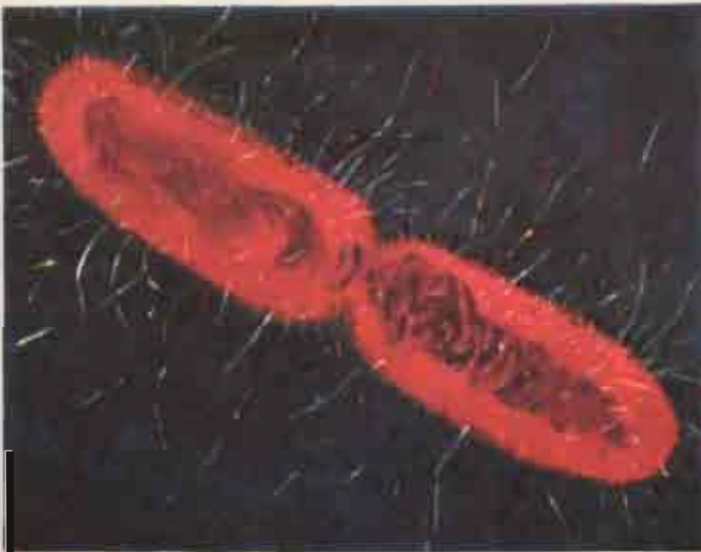
С помощью рестриктаз и лигаз первые химерические молекулы ДНК (их еще называют рекомбинантными) были получены. Но что с ними делать? Ведь проявить свои необычные свойства такие молекулы наследственности могут, только находясь в каком-то живом организме.

Начался поиск существ, способных приютить, пригласить рекомбинантные ДНК, способных дать им возможность нормально удваивать свое число. Конечно, кров для химерических молекул следовало выбирать попроще. А что может быть проще бактерий, одноклеточных созданий, управлять которыми наиболее легко?

Бактерии. Один из древнейших эшелонов жизни. Миллиарды лет бактерии были единственными обитателями биосферы. Ни человека, ни животных, ни высших растений не было на земле, а бактерии уже праздновали не одну весну. Да они и сейчас настоящие «хозяева планеты». И мы живем среди них, как экзотические цветочки жизни, как редкостные образования в тьмамилиардной массе трудяг-невидимок. Бактерии — истинные космополиты: они завоевали толщи почв и все водные бассейны, они поселились и в нас самих, эти малютки буквально вездесущи.

Это бактерии создавали и создают месторождения полезных ископаемых, они же превращают останки живых существ в материал для новой жизни, помогают нам переваривать пищу и готовить ее, увы, еще они способны и убить нас, заразив болезнями.

Для молекулярных биологов бактерии — заманчивый объект исследований. Подкупает простота их устройства. Это всего одна клетка (обычно палочковидной формы, по-гречески *bakterion* и значит «палочка»). У них нет ядра, всего одна хромосома (у человека их 23 пары), с одной питочкой ДНК.



Клетка Escherichia coli, запечатленная в момент своего деления на две дочерние клетки (клетка окрашена искусственно). Передачи дочерним клеткам генетической информации обеспечивается специальным процессом репликации материнской ДНК.

И строение ДНК у бактерий иное, чем у обладающих ядрами многоклеточных существ, млекопитающих, к примеру. У бактерии гены расположены в ДНК в непрерывной последовательности. Здесь нет деления генов на значащие (экзоны) и пустые (интроны) куски.

Однако мир бактерий очень велик — кого выбрать, предпочесть?

Так получилось, что любимцей молекулярных биологов оказалась кишечная палочка, научное имя *Escherichia coli* (сокращенно *E. coli*), колибактерия — микроорганизм, обнаруженный австрийским врачом Т. Эшерихом (отсюда и название «ешерихиа коли») еще в 1885 году. Бактерия, обитающая в кишечнике человека как один из основных компонентов нормальной кишечной флоры.

E. coli в тех исследованиях, о которых идет сейчас речь, и стала основной «рабочей лошадкой». Ее достоинства? Простота культиви-



Мир бактерий велик и многообразен. Вот многоклеточная нить цианобактерии (крайняя слева), живущей в пресных стоячих водоемах. Ее клетки зелены из-за содержащегося в них хлорофилла, так что цианобактерии способны к фотосинтезу. Справа сверху показаны шарики кокков. Они с поверхностями, усыпанными ворсинками. Внизу — споры анаэробных бактерий с серповидными колпачками. На концах ответвлений находятся скопления одноклеточных спор. Когда эти скопления лопаются, споры распространяются окрест, и из них могут образоваться новые колонии бактерий.

А вот многоклеточное, напоминающее дерево, «плодовое» тело миксобактерии.



рования (неприхотлива, питается сахаром, особенно любит лакомиться глюкозой), кроме того, эта бактерия очень хорошо изучена (имеется ее полная генетическая карта, известны основные пути ее обмена веществ), быстро размножается: ее жизненный цикл — до деления — длится всего 40 минут.

Итак, приют, удобная гавань, пристанище для химерических молекул наследственности было найдено. За чем же дело стало? Осталось перенести рекомбинантную молекулу в приготовленное для нее логово. И тут снова произошла закавыка.

Что значит перенести? Ведь не возьмешь же ДНК пальцами и не посадишь в бактерию, хотя бы потому, что она, словно крепость, окружена стенками-мембранами.

Вновь препятствие, оно казалось неодолимым. И тут — в который раз! — благосклонная природа указала прямые и простейшие средства.

*Бактериофаги (от «бактерий» и греческого *phágos* — «пожиратель»; буквально — «пожиратели бактерий»), или просто фаги, бактериальные вирусы, вызывающие разрушение бактерий и других микроорганизмов.*



ПЛАЗМИДЫ

Один из побочных продуктов развития наук — создание всемирного языка. Все больше становится слов, что одинаково звучат во всех языках и имеют один и тот же смысл. «Спутник», «стресс», «композиты», «гены» — эти и многие другие слова науки понятны ученому человеку любой национальности.

А еще существует масса научных терминов, которые как бы ждут своего часа. Пока они употребляются лишь узким кругом людей, прячутся в тиши кабинетов и лабораторий, таятся до поры, но настает момент — и слово начинает блистать, как звезда первой величины. Такая судьба, безусловно, ожидает и слово «плазмиды».

Открыл плазмиды, в начале 50-х годов, американец Джошуа Ледерберг. Он обнаружил в кишечной палочке, кроме основной спиралевидной, вытянутой во весь свой гигантский рост ДНК, еще и маленькие, свернутые в колечки ДНК.

О плазидах дружно заговорили медики, когда в 1959 году было доказано, что неэффективность многих антибиотиков обусловлена этими созданиями природы (они имеют особые гены устойчивости к антибиотикам). Колечечные ДНК легко переходят от бактерии к бактерии, делая их невосприимчивыми к лекарствам. К примеру, вырабатываемый плазидами фермент пенициллаза разрушает пенициллин, спасая бактерии от гибели. Что, конечно же, осложняет лечение больных. (Парадокс, но лучший способ добиться того, чтобы антибиотик сохранил эффективность, — это вовсе не применять его!)

Но нет худа без добра! То, что затрудняло работу медиков, пригодилось генным инженерам. Им как раз нужны были переносчики реконструированных молекул ДНК в живые объекты.

Правда, вначале на эту роль прочили вирусы-бактериофаги. Они действительно способны осуществлять генную «буксировку», но твари эти себялюбивы и неразумны: они губят клетку, «рубят сук», на котором сидят. Проникнув в клетку, вирус ведет себя как опасный хищник. Он переключает ресурсы клетки на удовлетворение своих нужд и примерно через полчаса губит ее. Клетка разрушается, и из нее вместо одного фага выпархивает сотня ему подобных, готовых творить новую агрессию.

Иначе поступает плазида. Это микросоздание ограничивает свой аппетит, оно, в отличие от вируса, не убивает клетку-хозяйку. Если фаг подобен алчному хищнику, то плазида напоминает домашнее животное, особенно собаку.

Плазида и приютившая ее клетка осуществляют симбиоз, их добровольный союз взаимовыгоден. Подобно верному псу, плазида защищает бактерию от ее врагов, скажем, от пенициллина. Клетка же предоставляет плазмиде кров, ресурсы для питания, размножения. Все эти доставившие медикам так много хлопот особенности сожительства бактерий и плазмид (особенно способность плазмид переходить «из рук в руки») оказались благом для генной инженерии.

ПОДОБНО РЕЖИССЕРУ ФИЛЬМА

Вот так, постепенно, шаг за шагом, возводилось то, что ныне зовется генной (генетической) инженерией. Или биоинженерией. Перечислим главные этапы работы биоинженеров:

Сморщенное колечко плазмиды.



1. Из клеток выделяются молекулы ДНК, а из них — нужные гены. Их, словно карты, тасуют, раскладывают генные пасьянсы, которые (скрепленные лигазами) и превращаются в химерические молекулы ДНК.

2. Теперь необходимо подыскать переносчиков. Как правило, это колечки-плазмиды, но переносчиками могут быть и фаги и другие простейшие, способные внедряться, ввинчиваться в бактериальные клетки. (Забавное название для переносчиков придумали американские исследователи из Висконсинского университета — разновидности одного из фагов они назвали «харонами», по имени мифического перевозчика душ мертвых до врат Аида, царства теней, через якобы находящуюся в подземном царстве реку Ахерон. В древности для уплаты за провоз покойнику клали в рот монету.)

3. «Зараженные» плазмидами бактерии (*E. coli*, к примеру) размножают и среди них отбирают тех бактериальных потомков, которые по своим свойствам соответствуют замыслу генной операции. Миллиардное тиражирование бактерий — хорошо, что они быстро размножаются! — крайне важно. Только тогда можно поработать, накопить хотя бы миллионные доли грамма нужного вещества, чтобы уверенно работать с ним — расшифровать его состав, получить полезные продукты.

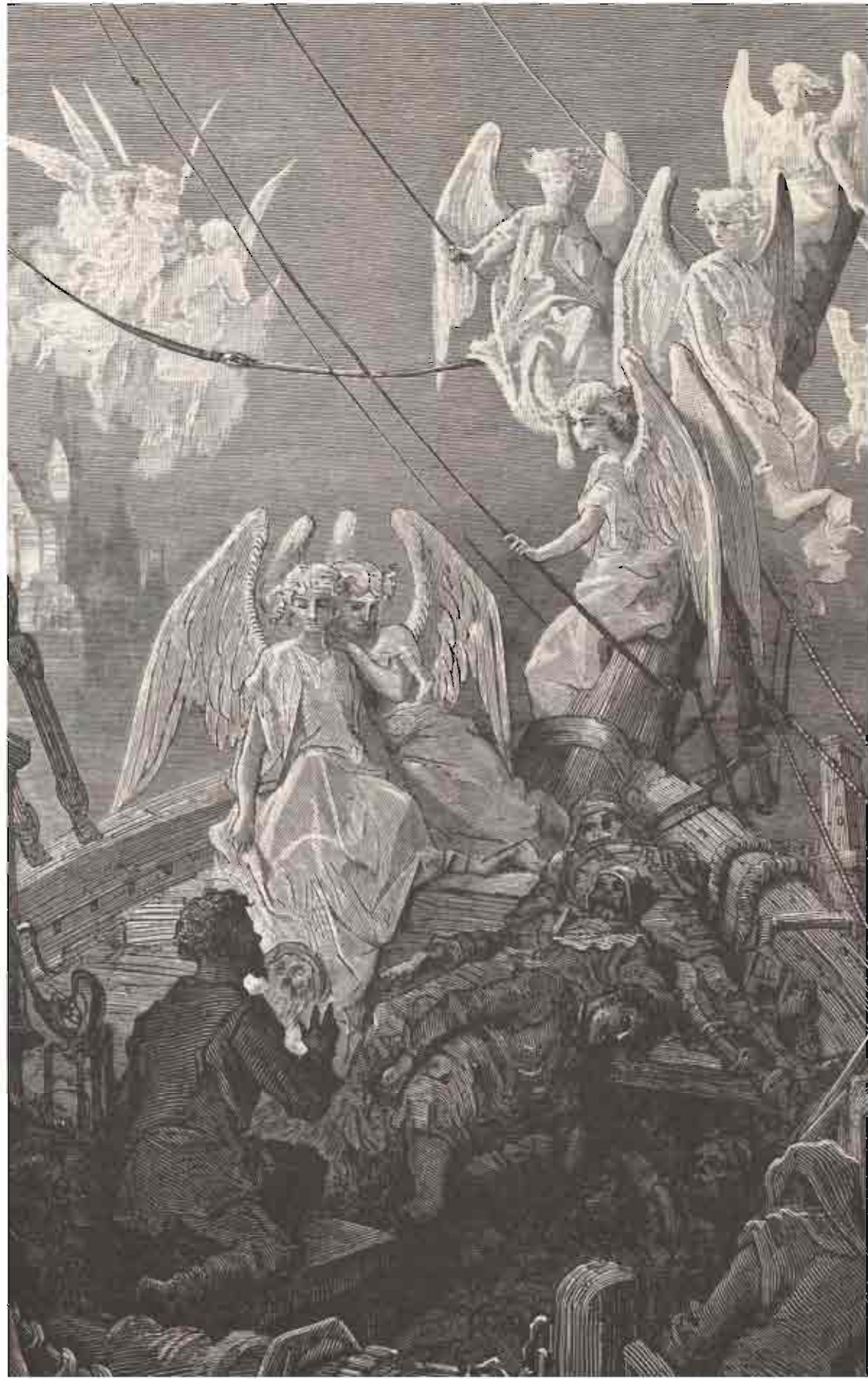
Работа генных инженеров во многом напоминает работу режиссера фильма. Они также словно бы ведут монтаж отснятого «киноматериала». Удаляют из «киноленты жизни» неинтересные кадры и вставляют с помощью молекулярных (ферментных) ножниц и клея новые «кинокуски».

Кинорежиссер творит за особым, монтажным столом. И у генных инженеров в лабораториях есть особые химические столы, где они могут манипулировать с «кадрами» ДНК.

Человек, попавший в лабораторию, где ведутся генноинженерные операции, может быть обманут видимостью простоты оборудования. Действительно, в сравнении, скажем, с физической лабораторией — резкий контраст: вместо, к примеру, громадных синхротронов — штативы с пробирками, какие-то шкафы, полки, на которых не только приборы, но и книги по биохимии, микробиологии. Не очень все это впечатляет!

Так воспримет святилище генных инженеров непосвященный, специалисты же будут придерживаться иного мнения. Вот что на сей счет пишет уже цитировавшийся нами Б. М. Медников:

«Современная биологическая лаборатория высокого класса насыщена разнообразной электроникой и прочей инженерией не менее, чем физическая. Высокооборотные центрифуги (они делят компоненты клеток, помогают выделить из них ядра и другие составляющие. — Ю. Ч.) с вакуумом и охлаждением, аппараты для *Григора Г. Доре. Видение ангелов (светообразных «дармов» христианства) и мертвых тел (иллюстрация к поэме Кольриджа).*





В результате манипуляций с генными паянсами (смотри рисунок на с. 96), возможно, будут получены тимеры, изображенные на рисунках, помещенных на страницах 97 и 98.

электрофореза (в них под действием электрического поля могут быть, к примеру, рассортированы по размерам отрезки молекул ДНК.— Ю. Ч.), автоматические счетчики радиоактивности с программным управлением. Список этот легко продолжить. В принципе, можно обойтись без части оборудования, но ценой самого дорогого — времени. Экономия здесь оказывается худшим видом расточительства.

Но главное даже не в этом. Получение ферментов, необходимых для работы (тех же рестриктаз), немыслимо без развитой микробиологической и химической промышленности самого высокого уровня. Хорошо еще, что ферменты-реактивы чрезвычайно активные и, допустим, пятисот миллиграммов рестриктазы хватит усердно работающей группе на год. Ведь сверхчистый фермент дороже золота, если оценивать по весу. Наконец, для генной инженерии совершенно необходимы многие соединения, меченые радиоактивными изотопами — фосфором, углеродом, тритием, причем активность их должна быть весьма высока — порядка сотен тысяч импульсов в минуту. Значит, требуются и ядерные реакторы и радиохимические лаборатории для синтеза меченых органических соединений. Так что простота методов генной инженерии только кажущаяся. Как и везде, здесь ничто не дается даром. Наука никогда еще не стояла дороже, чем сейчас, но зато и никогда не приносила раньше столь фантастических результатов...»

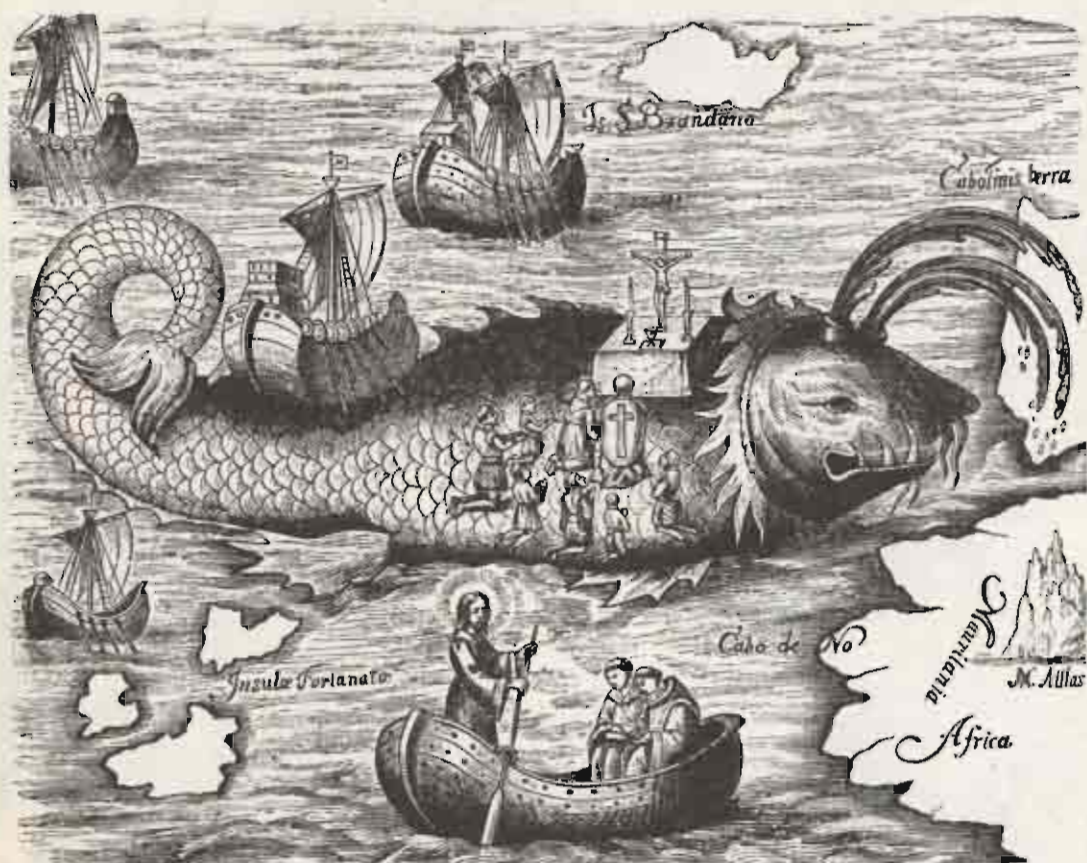
ГЕННОИНЖЕНЕРНОЕ МОЛОКО

Конкретные успехи биоинженерии еще очень скромны. Что уже сделано? Так сказать, выдано на-гора? Главное — удалось превратить бактерии в микроскопические фабрики, производящие некоторые фармацевтические препараты.

Первым в списке надо поставить инсулин — белок, вырабатываемый в организме человека поджелудочной железой. Он регулирует углеводный обмен, в частности уровень сахара в крови. Недостаток инсулина вызывает диабет, или «сахарную болезнь». Лечить ее не умеют: каждый день больному необходимо делать уколы — вводить инъекции инсулина.

А где его взять? Инсулин животных, как правило, не воспринимается людьми. Синтезировать этот продукт искусственно? В 60-х годах ученым удалось этого добиться, но стоил такой инсулин страшно дорого. Нет, проще поступить так: в бактериальную клетку поместить ген человека, ответственный за выработку инсулина, и заставить ее штамповать «лекарство» от диабета.

Трудностей на этом пути пришлось преодолеть немало,



Старинная гравюра, изображающая Кит-остров: люди-карлики на спине животного-гиганта. Даже полученные генными инженерами вещества типа соматотропина вряд ли способны осуществить такие фантастические метаморфозы.

основная же — бактерии не умеют обращаться с расчлененными на экзоны и интроны генами высших организмов. На многие хитрости пришлось идти. Целую приключенческую повесть можно было бы написать о том, как исследователям удалось обмануть бактерии, добиться (в нашей стране эти работы были выполнены в Институте биоорганической химии имени М. М. Шемякина АН СССР) получения столь необходимого людям продукта. Сейчас бактериальный инсулин уже продается в аптеках.

Теперь — об интерфероне. Это особое вещество (обнаружено оно было в 1957 году) вырабатывают клетки животных и человека, подвергшиеся нападению вируса.

Прививки интерферона могут предохранить человека от многих вирусных заболеваний, гриппа например. Но где взять большие количества этого ценного препарата? Ведь из литра крови удастся выделить всего лишь микрограммы интерферона — дозу, достаточную только для одной инъекции. И тут исследователи вновь обра-

◀ Эти гифы, или филаменты, плесени *cephalosporium acremonium* синтезируют антибиотик цефалоспорин.

тились за помощью к бактериям. Создали химерические молекулы ДНК с генами человека, кодирующими биосинтез интерферона, встроили ее в плазмиду... Так удалось «воспитать» бактерии, способные синтезировать сотни микрограммов полезного вещества в расчете на литр раствора, где содержатся бактериальные клетки.

С помощью подобных же приемов из кишечной палочки (исследования Института молекулярной биологии АН СССР) удастся вырабатывать еще один важный белок — гормон роста соматотропин. Его недостаток приводит к карликовости, избыток — к гигантизму.

Соматотропин известен медицине давно (в 1921 году были поставлены эффектные опыты: с помощью этого гормона — его вырабатывает особая железа, расположенная у человека и животных у основания черепа, — удалось вырастить крыс-гигантов). Выделен этот белок был в 1956 году. Тогда же его стали с успехом применять для лечения некоторых форм карликовости. Люди, которым он вводился, начинали быстро расти, и их тело принимало нормальные пропорции.

Где взять большие количества соматотропина? Здесь опять же помогли методы биоинженерии. Они же в скором времени позволят получать и другие ценные человеческие белки, ферменты и гормоны: помогающие при психических расстройствах эндорфины, ингибиторы (замедлители) развития злокачественных опухолей. В принципе, так можно заставить бактерии синтезировать и белки мяса или молока. В Эдинбурге (Шотландия) ученые сейчас изучают возможность изменения с помощью биоинженерии состава молока животных. В коровьем молоке будет, как в овечьем или козьем, больше жиров и белков.

Генетическая инженерия открывает заманчивые дали. Возбуждающие все эти надежды ученые должны быть довольны, должны, казалось бы, радоваться, глядя на дело своих рук и ума. А они — страшно! — обеспокоены, огорчены. Напуганы! Что их страшит? Об этом и пойдет теперь разговор.



4 МОЖЕТ ЛИ ЧЕЛОВЕК ИГРАТЬ РОЛЬ ГЛАВА ВСЕВЫШНЕГО?



Человек, вооруженный только наукой, подобен ребенку, играющему с коробкой спичек.

Дж. С. Холдвин

Первый испытательный ядерный взрыв был произведен в США 16 июля 1945 года. Атомная бомба не игрушка. Руководители американского «Манхэттенского проекта» беспокоились: не приведет ли испытание к глобальной катастрофе? Не будет ли запущена цепная реакция, которая охватит всю атмосферу? Ведь в принципе даже кислород и азот могут участвовать в термоядерных реакциях синтеза. При этом весь земной шар превратился бы в одну гигантскую бомбу.

Опросили физиков-теоретиков. Самому дотошному и аккуратному из них — Г. Брейту — было поручено дать твердое, обоснованное заключение. Ученый тщательно проанализировал все мыслимые возможности и сказал: НЕТ. И ядерная проба вскоре состоялась.

Почти тридцать лет спустя наука как бы совершила повтор. Вновь возникла драматическая ситуация. На этот раз паника охватила молекулярных биологов. К тому времени они научились обращаться с генами и, казалось, были готовы создать молекулярных монстров, среди которых могли возникнуть и чудища с губительными для человека свойствами.

Исследователи — на этот раз сами! — забили тревогу.

Их выступления, опубликованные в широкой печати, стали сенсацией.

Слова «генная инженерия» приобрели популярность, вызывая у людей одновременно как чувство тревоги, страха, апокалипсических видений, так и чувство надежды, радости, твердой веры в науку и всеобщий прогресс.

«ДРАМА ВОКРУГ ДНК»

Когда я был мальчишкой в Чикаго, ученый представлял собой плохо оплачиваемого не от мира сего мечтателя, умного или даже гениального, но не способного сообщить публике что-нибудь более значимое, чем школьные истины. Потом появились Оппенгеймер и атомная бомба, и физики стали важными персонами, без которых ни мы, ни генералы теперь жить не можем. Другое дело — биологи. Никто не думал, что они могут представлять для кого-нибудь угрозу: да они скорее вырастят полезный гибридный знак или в один прекрасный день вылечат рак... И вдруг говорят, что

Такого тного и симпатичного монстра, олицетворяющего современный кинематограф (картина создана в 1939 году), изобразил Сильвадор Дали.



ДНК, материал, составляющий наши гены, может всех нас уничтожить и... что мы, биологи, имеем теперь свою собственную дьявольскую бомбу.

ДЖЕЙМС УОТСОН

Генный кризис начался летом 1971 года. В то время молодой ученый Роберт Поллак в лаборатории Колд-Спринг-Харбор (на Лонг-Айленде, штат Нью-Йорк, США), руководимой Д. Уотсоном, занимался проблемой рака. Круг научных интересов Поллака был широк. Он не только вел исследования, но и преподавал студентам биологию и выступал в роли ведущего в серии радиопрограмм, посвященных обсуждению возможных злоупотреблений бионаук, в частности зарождавшейся тогда генной инженерии.

И вот Поллак узнает, что в другой лаборатории (в Пало-Альто, Калифорния), у Поля Берга планируются эксперименты по встраиванию ДНК онкогенного (могущего вызвать раковые заболевания) вируса SV 40 в геном кишечной палочки. Последствия таких опытов? А не возникнет ли эпидемия рака (было известно, что почти безвредный для обезьян, вирус SV 40 вызывает рак у мышей и хомяков)? Начипенные опасными генами бактерии, плодясь миллиардами за сутки, могли бы, по мнению Поллака, представлять серьезную опасность.

Поллак тут же позвонил П. Бергу по междугородному телефону и спросил его, отдает ли он себе отчет в опасности эксперимен-

Картина Михаила Пигера «Святой Вольфганг и черт». В генной инженерии сложным образом перемешаны, перепутаны добро и зло, благо и вред, святые помыслы и козни дьявола.





Цирцея превращает спутников Одиссея в свиней. Гравюра Яспара де Исаака (родился в Амстердаме, умер в 1654 году в Париже).

тов? Не станут ли бактерии с генами вируса SV 40 биологической бомбой замедленного действия?

Этот телефонный разговор и был началом той тревоги, которая вскоре охватила молекулярных биологов. Берг отложил свои исследования. Он стал размышлять, может ли реально *E. coli* со встроенным в нее вирусом SV 40 вызвать столько неприятностей? Мучительные раздумья мало что прояснили. Четкого ответа не было из-за скудости сведений, имеющих у специалистов в то время.

Позже Берг все же решил, что «риск здесь не равен нулю», сам позвонил Поллаку и попросил его помочь организовать конференцию ученых, которая могла бы оценить степень опасности генно-инженерных работ. Эта конференция состоялась в 1973 году. А немного спустя стало известно, что пересадка генов из проекта превратилась в реальность. Что американцы Стэнли Коэн и Энно Чанг из Станфордского университета получили плазмиду-химеру, состоящую из двух бактериальных плазмид (плазмиды SC 101 из кишечной палочки с плазмидой I 258 из золотистого стафилококка) и ввели-таки ее в кишечную палочку. И такая химерическая *E. coli* стала размножаться. Эпоха генной инженерии началась.

Вот тут-то ученые (Берг, Поллак и другие первопроходцы в области молекулярной биологии) и забеспокоились. Они обратились в Национальную академию США с просьбой детально рассмотреть вопрос о рекомбинантных ДНК. Более того, исследователи решили предать дело гласности. Адресованное в академию письмо было послано в солидный и очень популярный еженедельный журнал, который, хотя этот печатный орган предназначен для профессиональных научных работников, обычно от корки до корки прочитывается корреспондентами всех важнейших средств массовой информации.

Так трудности генной инженерии стали известны в 1974 году всей Америке, и широкая публика получила доступ к дискуссии ученых, и ученые уже не могли игнорировать или замалчивать вопрос о безопасности своих исследований.

Группа Берга в письме (оно было озаглавлено «Потенциальные биологические опасности рекомбинантных ДНК») рекомендовала «тщательно взвешивать» вопрос о введении ДНК животных и человека в бактерии. То был фактически призыв наложить на создание молекулярных химер временный, до созыва международной конференции, мораторий, первая попытка саморегулирования научной биологической деятельности. Напомним, что в 40-х годах физики — группа ученых во главе с Лео Сциллардом обратилась к своим коллегам с просьбой приостановить публикацию научных результа-

Не породит ли взрыв на земле «генной бомбы» таких людей-уродцев?



тов — совместно решили лишить фашистскую Германию доступа к ядерной информации. На сей раз борьба шла уже за запрещение не атомной, а генной бомбы.

Вот так началось то, что позднее «честный Джим» — Д. Уотсон назовет «драмой вокруг ДНК».

КОНФЕРЕНЦИЯ В АСИЛОМАРЕ

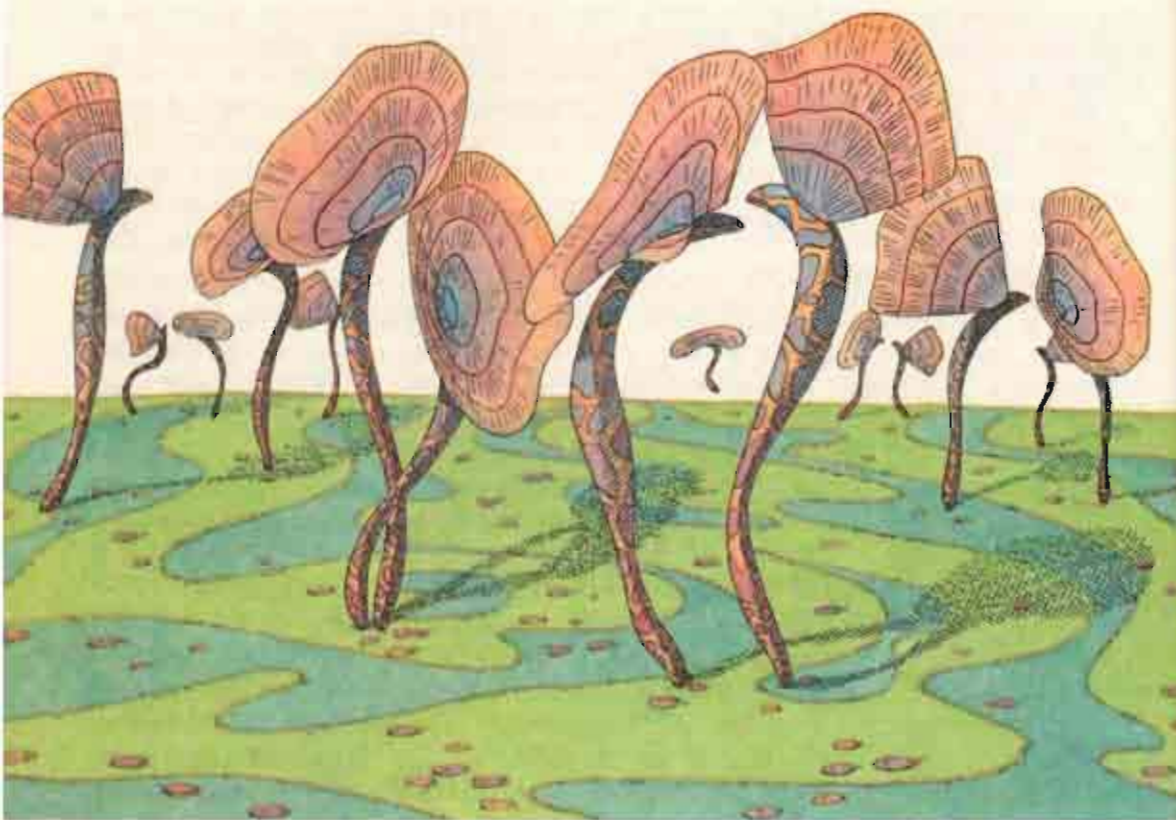
В феврале 1975 года в Асиломаре (Калифорнийское побережье США, в уединенном, поросшем соснами, обдуваемом океанскими ветрами месте находится центр по проведению научных форумов) состоялась крупная международная конференция. Собрались 140 ученых из 17 стран, были здесь и советские молекулярные биологи академики В. А. Энгельгардт, А. А. Баев и другие исследователи. Обсуждались не только научные, связанные с конструированием гибридных ДНК проблемы, но и социальные, этические и иные аспекты этих работ.

Некоторые доклады ученых носили сенсационный характер. Так выяснилось, что в США в громадном масштабе был уже поставлен невольный эксперимент на человеке. Оказалось, что вакцина против полиомиелита заражена жизнеспособным вирусом SV 40. За десятилетний период, с 1953 по 1963 год, эту зараженную вакцину привили примерно сотне миллионов детей. Причем проверка показала, что вирус SV 40 сохраняется в организме. Однако, к счастью, никакого увеличения частоты раковых заболеваний у этих детей отмечено не было.

В Асиломаре разгорелся жестокий спор сторонников и противников продолжения генетических экспериментов. Решение конференции было половинчатым: генноинженерные работы были запрещены лишь частично: по степени риска эксперименты были разбиты на три категории — от опытов с минимальным риском до высокоопасных.

Многие генноинженерные опыты было решено вести в особых лабораториях. К ним допускались лишь те, кто сдал экзамен по «технике генетической безопасности». Весь воздух, выходящий из лаборатории, — он мог содержать опасный микроб, — должен был пропускаться через системы сложных фильтров. Экспериментатор, работающий в перчатках, имел дело с биоматериалом, находящимся в специальной защитной кабине, отделенной от остальной части лаборатории завесой из циркулирующего воздуха. Персонал перед выходом из лаборатории обязан был принимать душ и менять одежду.

Все это очень усложняло до того сравнительно простые эксперименты, которые вели молекулярные биологи. В США тем требованиям, что должны были соблюдаться при проведении «очень опасных» работ, ближе всего тогда соответствовала лаборатория базы ВВС в Эймсе (Калифорния). Она была спроектирована и построена



Новые формы растений и животных могут иметь и такой приятный для глаз вид.

для содержания в карантине образцов грунта, доставленных с Луны.

Тогда не только в США, но и во многих странах началась отладка инструкций по допустимым условиям генноинженерной деятельности.

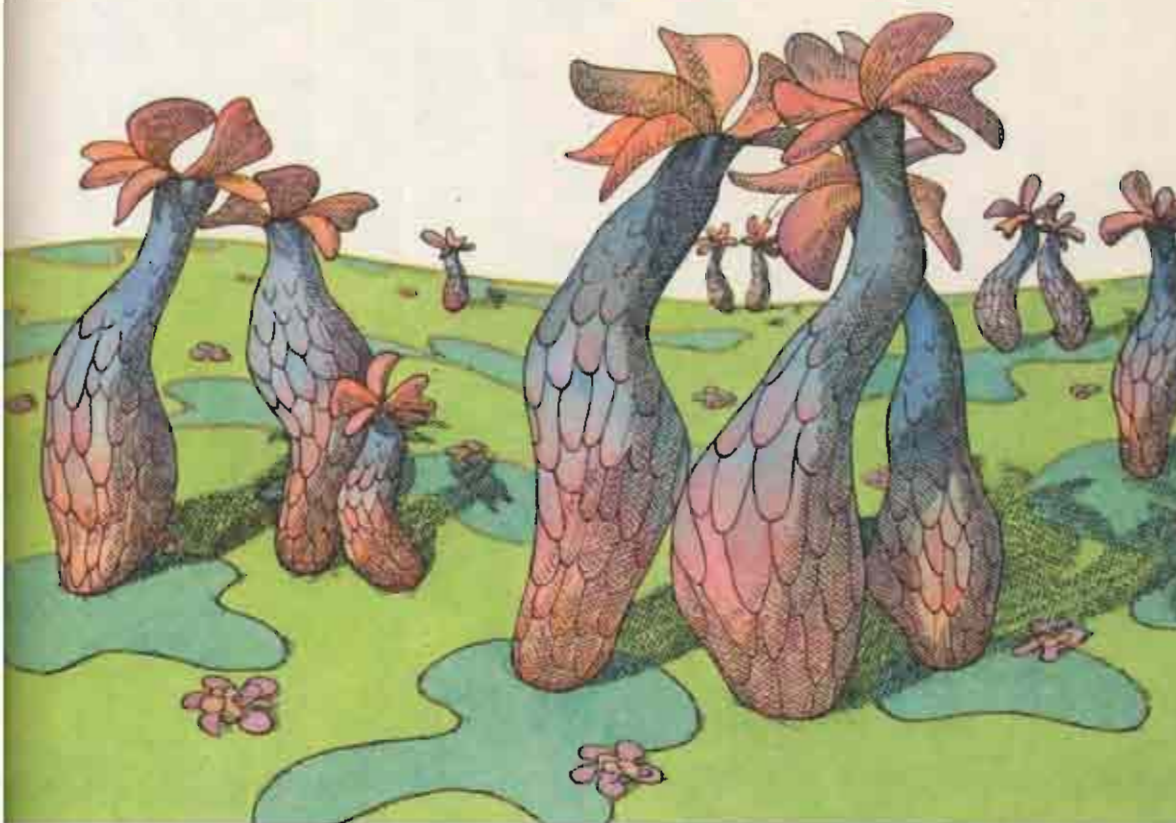
В СССР особая комиссия (ее возглавил академик А. А. Баев) разработала «Временные правила безопасности работ с рекомбинантными ДНК» (1978 год).

Конференция в Асиломаре не смогла дать исчерпывающих ответов на все вопросы, поднятые Поллаком, Бергом и другими исследователями. Защитные мероприятия оказались очень дорогостоящими, вред генетических исследований не был доказан.

Вообще, ученые еще раз отчетливо осознали всю бездну своего незнания — в таких условиях принять какие-то радикальные меры было трудно.

Сейчас шум вокруг расщепленной ДНК затих. Запрет на опыты снят.

И хотя страсти временно улеглись, проблема потенциальной опасности подобных исследований не перестала быть менее значительной.



ЭТНИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ

Бездумно вмешиваясь в самоорганизующиеся и самовоспроизводящиеся биосистемы, мы рискуем однажды внезапно потерять контроль над созданной нами живой материей. А это можно сравнить лишь с описанной фантастами сверхкатастрофой — вспышкой глобальной цепной реакции, когда от нескольких водородных бомб земной шар превращается в новую звезду.

Академик АН УССР и ВАСХНИЛ А. СОЗИНОВ

На конференции в Асиломаре был поставлен вопрос: может ли человек играть роль Всевышнего? Первооткрыватель структурных особенностей ДНК Э. Чаргафф вопрошал тогда: «Имеем ли мы право необратимо противодействовать эволюционной мудрости миллионов лет только для того, чтобы удовлетворить амбицию и любопытство нескольких ученых?»

Чаргаффу с немальшими резонами отвечал американец Герберт Бойер (он первым генноинженерными путями синтезировал инсулин): «Эта так называемая эволюционная мудрость, — говорил Бойер, — которая дала нам комбинацию генов для бубонной чумы, оспы, желтой лихорадки, тифа, полиомиелита, диабета и рака. Это та мудрость, которая продолжает давать нам не поддающиеся контролю болезни, такие, как лихорадка Ласса, магдебургский вирус и совсем



*Здесь художник захотел
показать, что было бы,
если бы планету
заполнила вселенская
биогрязь.*



*Перуанское изображение
демона, пожирающего
людей.*

недавно... вирус геморрагической лихорадки, приносящий около 100 процентов смертности у инфицированных людей в Заире и Судане...»

Неудовлетворенный подобной аргументацией, сомневающийся, что вероятность опасных последствий можно свести к минимуму, Э. Чаргафф со смесью иронии и тревоги заметил тогда: «...Поджигатели сформировали свою собственную пожарную команду».

Серьезность сложившейся к концу XX века ситуации очень красноречиво характеризовал академик АН УССР и ВАСХНИЛ А. Созинов: «Генетика... едва ли не самое опасное оружие, оказавшееся в наших руках. Ее развитие стремительно: сейчас она делает то, что десяток лет назад оптимисты из оптимистов относили лишь к 2000 году...»

Созинов отмечает, что «...ширится чисто экономическая агрессия новых форм животных и растений, созданных человеком. Все это необратимо меняет нашу среду обитания (кроме химической, технологической, тепловой грязи, на биосферу обрушится еще и грязь биологическая. Не только монстры, но просто осколки, отбросы, недоделки живого, искореженные, исковерканные, полуживые биологические молекулы, куски уже не корродирующих, догнивающих железок, а вирусов, бактерий и других существ-калек заполонят, отравят мир. — Ю. Ч.), а в результате меняемся и мы сами. Как это отразится на стойкости человеческой «породы»? Не приведет ли быстрое изменение условий жизни к надлому психики человека? Не убьем ли мы сами себя непрерывным стремлением жить сегодня лучше, чем вчера, а завтра лучше, чем сегодня?..»

Не все, разумеется, согласны со столь пессимистическими оценками. Есть и полярное мнение, что-де рекомбинантные ДНК совершенно нежизнеспособны вне тех искусственных условий, в которых их культивируют. Так что никакой, дескать, опасности нет. Что ситуация полностью под контролем. Что опасны и зажигалка, и газовая плита, и электрический утюг. И что было бы безрассудством отказаться от генетических исследований просто из соображений «как бы чего не вышло».

Ситуация под контролем? Действительно, за прошедшие (с 1972 года) примерно полтора десятка лет ни одной генной аварии вроде бы не произошло. Но вспомним про Чернобыль: 32 года (с 1954 года, тогда в Обнинске была построена первая в мире АЭС) атомные станции казались абсолютно надежными, и вдруг...

Опасность? Она, как заяц, может выскочить с самой неожиданной стороны. Так, некоторые ученые уже предупреждают о возможности «этнического оружия». Ведь если станет ясно, какие из генов характерны для той или иной расы людей, то можно будет избирательно воздействовать на эти гены так, чтобы уничтожить определенную нацию...

ГРЕШНАЯ НАУКА

Мы почувствовали себя ничтожными существами, богохульно дерзнувшими затронуть силы, бывшие до сих пор в неприкосновенности.

ГЕНЕРАЛ ФАРЕЛЛ, командир взвода
первой экспериментальной атомной бомбы.

«В четверг 12 и пятницу 13 июля 1945 года составные части внутреннего взрывного механизма экспериментальной бомбы вывезли из Лос-Аламоса через «черный ход» по секретной дороге, построенной во время войны. С участка Z, где они были собраны, их доставили в испытательную зону, известную под названием Жорнада дель Муерто («Зона смерти»), возле деревни Оскуро (что означает «Темная»). Здесь посреди пустыни возвышалось высокое стальное сооружение, предназначенное для установки на нем бомбы...»

Так в книге «Ярче тысячи солнц» Роберт Юнг живописует начало цепочки событий, которые — ирония судьбы! — хотя и не сыграли большой роли в исходе второй мировой войны, ее исход был уже предрешен, но имели исключительно важное значение для авторитета, самооценки, самоуважения самой Науки.

«...Я всю жизнь работал над тем, что не давало мне ни хлеба, ни силы — потому, что был уверен: в будущем мои работы принесут людям горы хлеба и бездну могущества». Такими словами К. Э. Циолковский формулировал свою высокую позицию. Прежде так и было — фигура ученого представлялась людям именно такой: бессребреник, бескорыстный искатель истины, которая непременно должна облагодетельствовать род людской. Дать ему пищу, тепло, свет — облегчить нелегкую жизнь Человека.

Все были согласны тогда: наука может нести человечеству только благо. Эту аксиому искорежили, сломали первые же ядерные взрывы: те, что уничтожили два японских города и принесли гибель более чем двумстам тысячам человек.

◀ *Взрыв атомной бомбы. Немудрено, что тень от ядерных вспышек легла и на генноинженерные исследования.*

По этому поводу Эрвин Чаргафф писал в своих воспоминаниях: «Это случилось в августе 1945, шестого числа, кажется, ближе к вечеру. Мы проводили свой летний отпуск в Саут-Бруквиле, штат Мэн; после обеда мы всей семьей пошли любоваться закатом над Пенобскотским заливом. По дороге нам встретился человек, который рассказал, что по радио передали, будто на японцев сбросили какую-то новую бомбу. На следующий день в «Нью-Йорк таймс» появилось подробное сообщение об этом. С тех пор мы непрерывно узнаем все новые и новые подробности.

Я не мог без ужаса слышать слова «Хиросима» и «Нагасаки». Чувствуя, как во мне растет отчуждение, я думал: неужели Америка, пять лет назад приютившая меня, способна на такое? По какому страшному пути идет наука!

Склонный по натуре к апокалипсическому видению мира, я решил тогда, что человечество переживает крах, — крах, который приблизила или даже породила избранная мною профессия. В моем представлении естественные науки составляют единую семью, и если одна запятнала себя, позор падает и на другие...»

Верно, в 1945 году НАУКА, прежде чистая, светлая, непорочная, словно бы поменяла цвет, облекшись в траурные тона. Отныне, согрешив, она попала под подозрение. Теперь люди, прежде ждавшие только добра от ученых, стали их бояться. Даже успехи науки, ее возвышение, ее победы теперь кажутся человеку подозрительными. И чем круче научный взлет, чем больших высот достигает она, тем с большим страхом всматриваются в лик науки люди: какой новый взрыв — атомный, энергетический, экологический, климатический, генный — готовит человечеству завтрашний день?

С УЧЕНЫМИ НА «ТЫ»

С момента окончания второй мировой войны — и особенно после успехов русских в космосе — ассигнования на науку (например, в США) увеличились до невиданных размеров. Вслед за этим пришла популяризация и — неизбежно — вульгаризация науки. Ее достижения рассматриваются как спортивные рекорды, а молодые ученые напоминают лошадей перед стартом. Наука превратилась в глазах общественного мнения во второй Голливуд и стала пользоваться его приемами.

Э. ЧАРГАФФ

Немудрено, что тень от ядерных взрывов легла и на геноинженерные исследования. Общественность США была склонна толковать добровольный «мораторий» молекулярных биологов по-своему. Раз что-то запрещают, рассуждали неспециалисты, значит, все эти опыты крайне опасны, значит, «рыльце в пушку», значит, наука уже навредила и может наделать еще много неприятных дел!

Подобные настроения подогревала и пресса. Это ее вина, что далекие от науки, некомпетентные в ней лица считали себя вправе

Науку, ее попытки проникнуть в тайны природы судили давно, еще на заре истории цивилизации. Слева — гравюра «Пытка алхимика», справа — метафорическое изображение борьбы добра и зла, взвешенных на символических весах.



в середине 70-х годов в разгар генноинженерного кризиса обличать науку. Руководимые газетами и журналами, узнающие из статей с хлесткими заголовками об успехах и неудачах наук, рядовые читатели не только критиковали ученых, отпускали в их адрес колкие, язвительные замечания и упреки, но и в самом прямом смысле вершили над наукой «правый» суд.

Науку судили и раньше. Вспомним хотя бы, какие страсти разгорелись после выхода в свет книг Ч. Дарвина о происхождении и эволюции человека. В 1926 году в городе Дейтон (штат Теннесси, США) состоялся знаменитый «обезьяний процесс». Учитель Д. Скопе обвинялся в том, что он в школе излагал теорию Дарвина (ее преподавание в ряде южных штатов было запрещено). Высокий суд тогда отклонил требование защиты о вызове в качестве свидетелей ученых. Скопе же был приговорен к денежному штрафу.

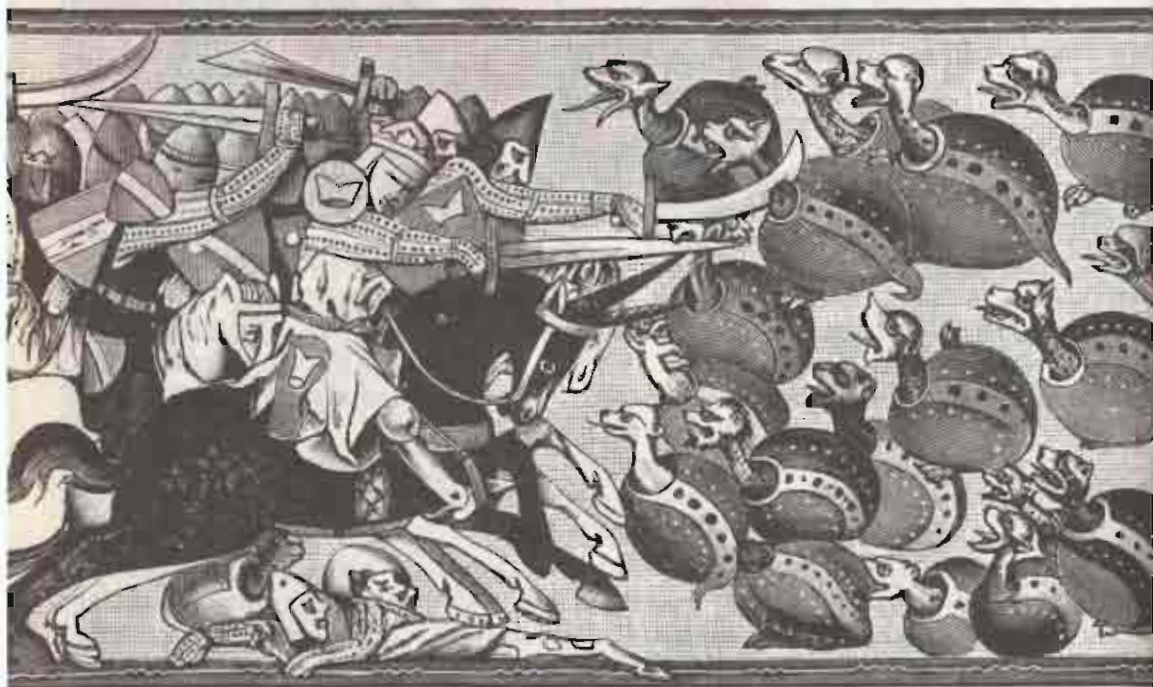
Было всякое. Однако раньше общественность (граждане, не имеющие специальной подготовки для понимания проблем современной науки) не вмешивалась непосредственно в дела ученых, не пыталась диктовать им, какие исследования надо вести, какие нет. Это случилось только в наши дни.

Видя нерешительность ученых, государственные и другие учреждения США стали обсуждать научные проблемы. Трансплантация генов тогда не раз была поводом для дискуссий в конгрессе на заседаниях подкомиссии по здравоохранению. Дебаты шли под

председательством сенатора Эдварда Кеннеди (брата убитого президента). В результате в Мичиганском университете строительство лаборатории, спроектированной специально для биоинженерных работ, было задержано. Подобные же вопросы обсуждались в главной прокуратуре Нью-Йорка и на многих других совещаниях — в штатах Индиана, Коннектикут, Калифорния...

Не только деньгодающие органы, но и совсем далекие от науки люди включались в обсуждение генноинженерных проблем. Тогда было создано множество общественных организаций «испуганных домохозяек», как их презрительно именовали ученые. И они ухитрились вставлять палки в колеса, сбивали науке дыхание, могли затруднить ход ее научных будней.

Когда жителям Кембриджа (город ученых в штате Массачусетс, США, здесь находятся знаменитые Гарвардский университет и Массачусетский технологический институт) стали известны планы Гарвардского университета построить для молекулярных биологов



Гравюра «Александр Великий (Македонский) и его войско сражается с черепахами и трехголовым драконом» великий грек тут хотя бы знал своего врага. Опасения же, связанные с генной инженерией, расплывчаты, трудноопределимы.

лабораторию, то решение этого вопроса было отдано мэром города Альфредом Велуччи на откуп комиссии горожан. В нее вошли: медсестра-монахиня (она заведовала больницей), инженер-строитель, владелец небольшой компании, снабжающей горожан топливом, обеспеченная домохозяйка, два врача, философ и еще несколько

представителей общественности. Им-то и вменялось определить степень безопасности предполагаемых научных изысканий в строящейся лаборатории.

Эти «эксперты» заседали в Кембриджской городской больнице: дважды в неделю эта разнородная группа собиралась, чтобы поговорить о ДНК.

Члены комиссии держались с учеными (их также приглашали на заседания) на «ты». И это было как раз то, чего ученые так опасались.

В результате этих переговоров (дело происходило летом 1976 года) запланированные учеными эксперименты были сначала отложены на семь месяцев, а в феврале 1977 года городской совет и вовсе принял постановление (первое постановление такого рода в США), устанавливающее ограничения на исследования ДНК на всей территории Кембриджа.



НИКУДА НЕ ГОДНАЯ БАКТЕРИЯ

В числе тех, кто в июле 1974 года выступил с предложением о моратории, был и Д. Уотсон. Однако постепенно, в ходе дискуссий ученых и общественности, он переменял свою позицию. Его новые взгляды были им изложены в 1978 году в лекции, которую он прочел в университете города Майами (США), его выступление называлось: «Еще раз в защиту ДНК».

Уотсон был «против установок, диктующих, как мы должны ра-

ботать с рекомбинантными ДНК», против каких-либо ограничений. Его огорчало, что большинство биологов — людей, кто достаточно компетентен, чтобы навести порядок в своем собственном доме, — хранит молчание. «Они, — говорил Уотсон, — как будто забыли, что, как свидетельствует история, свободу легче утратить, чем приобрести...»

Конечно, нельзя сказать, что молекулярные биологи сидели, совсем уж сложа руки. Они отдавали себе отчет в опасности, которая грозит их науке. Но и не могли быть глухими к предостережениям.

Профессор Колумбийского университета Э. Чаргафф на этот счет высказывался так: «В тысяче опытов, вероятно, ничего не случится, но затем в одном каком-то случае произойдет нечто очень неприятное. Никто не может представить, какую форму это примет и будет ли возможно проследить истинную причину этого явления...» И далее более резко: «Но в этой области одно кажется определенным: ни один гений не сможет переделать то, что сотворил один кретин».

Биоинженеры не могли спорить с подобными сентенциями, но мысль их деятельно искала выхода из тупика. Они все же надеялись убить сразу двух зайцев: и сохранить возможность исследований, и сделать их безопасными для рода людского. Так, к примеру, появилась идея сосредоточить все эксперименты в каком-нибудь глухом, изолированном уголке США, наподобие того, как имеющие дело с АТОМОМ физики ведут свои работы в нескольких крупных, разбросанных по всему свету центрах.

Детально, в сотый раз обсуждалось и то, опасны ли химерические бактерии? Раздавались голоса, что-де одиночный ген, «защитный» в плазмиде, вряд ли опасен: вредной может оказаться лишь совокупность многих генов, их ансамбль.

Поминалась и кишечная палочка. Утверждали, что *E. coli*, с «защитными» в нее чужеродными ей генами, попавшая случайно в кишечник человека, может просуществовать там не более 48 часов (в Англии были поставлены такие опыты: добровольцы без всякого для себя вреда выпивали суспензию микробов, содержащую от миллиона до ста миллиардов бактериальных клеток), что к концу этого периода произойдет саморазрушение: химерические бактерии не выдержат конкуренции своих «нормальных» сородичей.

Так говорили те, кто были «за». Те же, кто был «против», полагали, что 48 часов — большой промежуток времени, за этот срок появятся сотни поколений рекомбинантной бактерии.

В ходе этих споров родилось разумное предложение. А что, если вывести особую породу кишечной палочки: такую, которая смогла бы жить только в искусственных, специально для нее подобранных условиях? Чтобы в организме человека она гибла? Скажем, чтобы не выносила повышения температуры до плюс 36°С? Процедура отбора таких бактерий несложна, и губительная для них темпера-

тура человеческого тела послужит мощным барьером на пути их размножения и распространения.

Такие, годные лишь для жизни в пробирке, мутанты бактерий были получены. Целый год понадобилось американскому генетику Р. Кертиссу из университета штата Алабамы, чтобы добиться цели. Чтобы сконструировать и взрастить «никуда не годную бактерию», настолько нежизнеспособную при любых мыслимых естественных условиях, что с ней можно спокойно экспериментировать, не боясь, что она вырвется на свободу и натворит немало бед.

СОВЕЩАНИЕ В ДУБНЕ

Разве не бывает вредных знаний? Зачем же врачи дают клятву «не повреди» — клятву Гиппократата? Может быть, пора подумать об аналогичной клятве естествоиспытателей?

Е. МАНУЧАРОВА

Деревянной дубинкой можно раскроить череп и хищнику, и соплеменнику. Костер может и согреть человека, и сжечь его жилище. Ценная ядерная реакция...

Наука сама по себе, в том числе, разумеется, и гениальная инженерия, не таит никакой угрозы человечеству. Все зависит только от того, в какие руки попали научные открытия: кто, как и в чьих интересах будет использовать достижения человеческого гения.

«Возьмите, к примеру, дефолианты, синтезированные химиками. Эти препараты из группы пестицидов вызывают искусственное опадание листьев, что облегчает, скажем, уборку хлопчатника, — писал в одном из газетных выступлений академик А. А. Баев. — И те же самые дефолианты были применены американской военщиной для уничтожения растительности и отравления громадных площадей во Вьетнаме. Так что же является злом: создание дефолиантов или их использование агрессором?»

Наука нейтральна. Она по ту сторону добра и зла. Примерно так еще совсем недавно рассуждало подавляющее большинство ученых.

Академик А. С. Спирин: «Мне кажется, что в науку нельзя вносить этические нормы. Цель науки — поиски истины, а истина аморальна быть не может. Но методы получения или применения знаний, конечно, могут быть разными. В том числе и антигуманными. Их надо запрещать».

Сейчас не все согласны с такими заявлениями. С позицией нейтралитета, отстраненности. Вот что, к примеру, об этом пишет профессор Боннского (ФРГ) университета Ф. Бекль: «Существует мнение, что фундаментальные научные исследования нейтральны в моральном плане, что можно оценивать с этических позиций лишь практические приложения. Это не так. Фундаментальные и прикладные исследования неразрывно связаны между собой и с их применением. Сам выбор направления и методов исследований, даже само обращение к определенной научной деятельности — все

«Святой Георгий, чудо о змие». Новгородская икона, начало XIV века.

Картина С. Боттичелли «Паллада и кентавр», 1480, Флоренция, галерея Уффици.



это поступки морально-этического плана, они опираются на ценностные суждения ученого».

Наука и этика. Их не простая связь. В 1971 году в подмосковном городе физиков Дубне проводилось очередное рабочее совещание молекулярных биологов. Один из вечеров посвятили биоинженерии, тогда только зарождавшейся. В выступлениях затрагивались и этические проблемы.

Член-корреспондент АН СССР М. В. Волькенштейн заявил тогда, что он не видит принципиального отличия между генным вмешательством в жизнь человека как биологического существа и старыми добрыми способами вмешательства, которыми испокон веков пользовалась медицина. «И пределы такого вмешательства, — говорил М. В. Волькенштейн, — строго регламентируются определенными принципами. Скажем, плохо ли это, хорошо ли это, но ни один врач не прекратит жизнь умирающего, безнадежно больного человека, испытывающего тяжелейшие мучения. Это запрещено врачебной этикой».

Интересную мысль высказал доктор биологических наук А. А. Нейфах. Он возражал против прямого уподобления атомной и геной угрозы. Атомная бомба, говорил А. А. Нейфах, есть оружие государств и направлена против государств. А манипуляции с генами фактически касаются уже отношений между государством и отдельной личностью. И тут человек беззащитен. Атомной бомбе можно противопоставить другую атомную бомбу. А отдельный человек не может ответить государству равным оружием. «Если, скажем, вы живете в государстве, где признано необходимым и этическим вживлять электроды (или пересаживать гены! — Ю. Ч.) в мозг граждан, то вам не удастся избежать этой операции».

ПРОМЕТЕЙ ИЛИ ДЕДАЛ?

События, происходящие в молекулярной биологии, достойны глубоких философских раздумий. И они тем более ценны, если исходят от крупного ученого, да еще биолога. Одним из таких философствующих исследователей был Джон Бёрдон Сандерсон ХОЛДЕЙН.

Холдейн (1892—1964) родился в Англии, его отцом был известный физиолог Джон Скотт Холдейн. Неудивительно, что необычайно одаренный ребенок очень рано стал проявлять интерес к науке. («Когда мне минуло 8 лет, — вспоминал Холдейн, — я с отцом присутствовал на дискуссии научного студенческого общества... где прослушал лекцию Дербишера об открытиях Менделя. Мне трудно было все понять, но это было очень интересно...») Холдейн окончил Оксфордский университет (1914) и сразу же оказался в окопах первой мировой войны. (С линии огня он писал своему учителю, знаменитому генетику В. Бетсону: «На случай, если меня убьют, будьте добры, помогите моей сестре оформить нашу совместную работу по исследованию признаков у мышей». Позже Холдейн как-то говорил, что он, возможно, был единственным из офицеров, кто на передовой дописывал свою научную работу — статью по генетике.) Холдейн внес вклад во многие науки — занимался биохимией, биометрией, математической статистикой, подводной физиологией, — но, пожалуй, на первом месте у него всегда стояла генетика. Он разработал математическую теорию моделирования гена, определил частоту мутирования генов у человека (1935), ввел понятие «генетического груза» (1937), вычислил вероятность мутаций у людей — жертв взрыва атомной бомбы (1947). Занимаясь науками, Холдейн часто ставил опыты на самом себе. Например, чтобы доказать, что солнечный удар происходит только от перегрева головного и спинного мозга, он много часов провел на солнце, поливая себе голову и спину холодной водой. Солнечного удара действительно не случилось, но зато ученый получил весьма тяжелый солнечный ожог. Мужество Холдейна-экспериментатора (он много раз

вед исследования на грани жизни и смерти) стало легендой (о Холдейне написана на русском языке очень интересная книга Г. Э. Фельдмана, многие приведенные нами факты взяты из нее); возник даже особый, связанный с самоэкспериментированием ученого термин — холдейнизм. Коллеги Холдейна по этому поводу написали такое шутливое стихотворение:

Вот кто-то в колбе... В колбу влезть
Кому взбрело на ум?
То мистер Холдейн смотрит, есть
Ли в колбе вакуум...

Что там за взрыв и свои огни,
И снова взрыв — смотри!
То проверяется броня,
А Холдейн там, внутри...

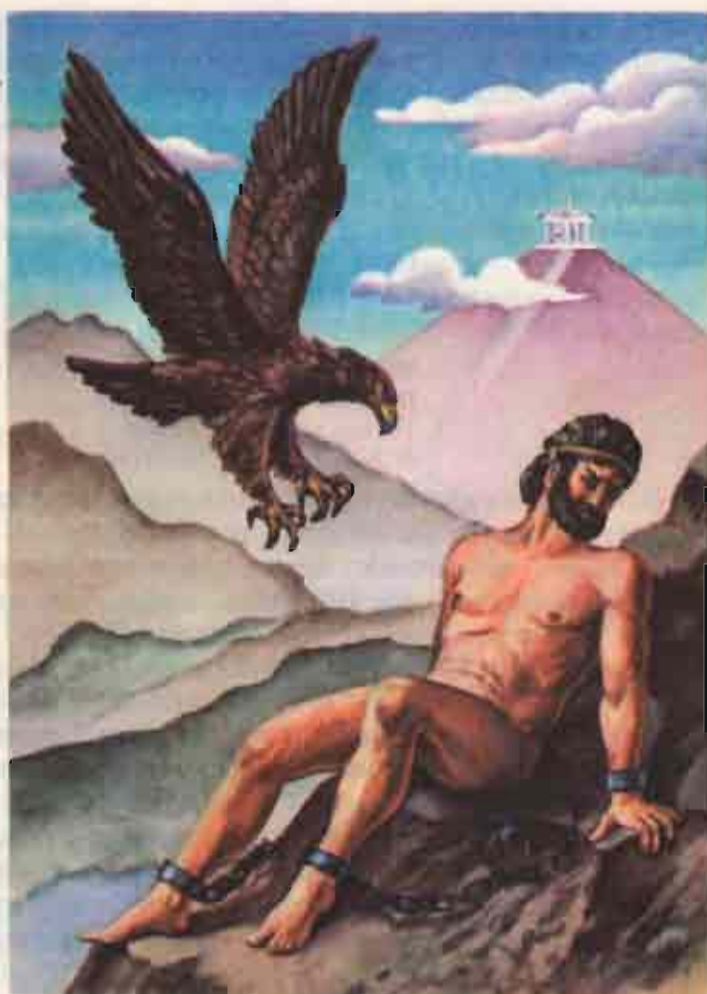
В 1938 году Холдейн вступил в ряды Коммунистической партии Великобритании. Он глубоко изучал труды К. Маркса, Ф. Энгельса (в 1939 году подготовил первое на английском языке издание «Диалектики природы» Ф. Энгельса, написал к нему предисловие и составил комментарии), В. И. Ленина. В 1957 году ученый уехал в Индию. В Калькутте он возглавил лабораторию генетики и биометрии, там в 1964 году у него обнаружили рак прямой кишки. Холдейн мужественно встретил это известие, свое отношение к болезни он выразил в шутливой поэме «Не так уж страшен этот рак». В статье «Когда я умру» и в заметке «Мое брэнное тело» Холдейн завещал свое тело науке. И тут он хотел послужить ей всем, чем мог. Его друг, доктор Саниал, проведший вскрытие, описал затем ход болезни Холдейна в работе (она была опубликована) «Лечение случая ракового заболевания путем применения м-ксилогидрохинона».

В составленном незадолго до кончины «Авто nekрологе» Холдейн писал: «Я не удивлюсь, если меня вспомнят в связи с каким-нибудь научным открытием. Возможно, в связи с небольшим замечанием, обнаруженным в какой-нибудь забытой статье, кто-нибудь раскопает мои старые писания и воскликнет: «Да ведь это объяснение тому, что я нашел в прошлом году!..»

Автор этой книги, вовсе не намеренно, хочет помянуть имя Холдейна вот по какому поводу. В 1924 году ученый опубликовал небольшую книжку «Дедал, или Наука и Будущее». Она стала первым философским манифестом Холдейна. Тогда он попытался оценить влияние научно-технического прогресса на развитие общества и задался вопросом, не вызвал ли человек из недр материи такие силы (все это задолго до атомных бомб!), которые могут восстать против него самого и низвергнуть его в бездну.

Холдейн ставит в книге оригинальные проблемы, одна из них — какая из мифологических фигур, ПРОМЕТЕЙ или ДЕДАЛ, больше соответствует духу современной науки?

Прометей, согласно Эсхилу (трагедия «Прометей прикованный»), наделил разумом слепых, жалких людей, живших, как муравьи, в пещерах, научил их строить дома, корабли, заниматься ремеслами, носить одежды, считать, писать и читать, различать времена года, приносить жертвы богам и гадать. «Изобретатель в области химии или физики, — писал Д. Холдейн в своей книге «Дедал, или Наука и Будущее», — всегда является своего рода Прометеем. Нет таких великих открытий, начиная с огня и кончая авиацией, которые не рассматривались бы как оскорбление какого-либо божества».



ПОХИТИВШИЙ ОГОНЬ

*Рви, коршун, глубже в сердце рану —
 Она Зевесу лишь позор!
 Мой крик пронзительный — укор
 Родит в душах моих созданий;
 За дар томительных страданий
 Дойдут проклятья до небес —
 К тебе, завистливый Зевес!
 А я, на вечное мученье
 Тобой прикованный к скале,
 Найду повсюду сожаленье,
 Найду любовь на всей земле...*

В. П. ОГАРЕВ, «Прометей»

Легенда гласит, что Прометей похитил с Олимпа огонь и передал его (в полом тростнике) людям, за что по приказу Зевса был прикован к скале, где-то в горах Кавказа, в пределах Скифии, и

обречен на непрекращающиеся мучения. Прилетавший каждый день орел расклевывал у Прометея печень, которая снова отрастала.

Эсхил в трагедии «Прометей прикованный» — тут начинаются параллели Прометея с обобщенным образом ученого — изобразил Прометея первооткрывателем всех культурных благ, сделавших возможными достижения человеческой цивилизации.

Увидев, что животные заботливо всем снабжены, а человек наг и не обут, без ложа и без оружия, Прометей, согласно Эсхилу, наделил разумом слепых, жалких людей, живших, как муравьи, в пещерах, научил их строить дома, корабли, заниматься ремеслами, носить одежды, считать, писать и читать, различать времена года, приносить жертвы богам и гадать.

Образ Прометея (К. Маркс назвал его «самым благородным святым и мучеником в философском календаре») многие века связывался в умах просвещенных людей с учеными, дерзающими похищать у природы ее тайны и бескорыстно дарить свое знание человечеству. «Изобретатель в области химии или физики, — писал в своей книге Холдейн, — всегда является своего рода Прометеем. Нет таких великих открытий, начиная с огня и кончая авиацией, которые не рассматривались бы как оскорбление какого-либо божества».

И тут же, рассуждая о науках и их будущности, вообще о прогрессе всей нашей цивилизации, Холдейн неожиданно добавляет: «Мне кажется, что сентиментальный интерес, с каким относились к фигуре Прометея, несправедливо отвлек наше внимание от гораздо более интересной фигуры Дедала. С чрезвычайной рельефностью из толпы героев, вооруженных головой Медузы или освященных крещением в водах Стикса, выступает примыкающая к современному человечеству фигура этого мифического ученого».

Дедал. В отличие от Прометея он не столь известен. И, как увидим, репутация у него не столь чиста.

Дедал, как сказано в мифе, был величайшим художником, скульптором и зодчим Афин. Говорили, что он высекал из белоснежного мрамора такие дивные статуи, что они казались живыми. (Холдейн пишет, что этот скульптор-реалист первым стал лепить человеческие фигуры с разделенными ногами.)

Известен Дедал и как великий изобретатель: на его счету числились изобретения топора, бурава, клея и других средств, которые были необходимы Дедалу для его работы.

Превратности судьбы Дедала начались, когда он, позавидовав своему ученику и племяннику Талу, талантами и изобретательством его превзошедшему, убил его, вероломно столкнув с высокой скалы. Злодеяние раскрылось, и афиняне приговорили Дедала к смерти. Но он успел бежать на остров Крит к могущественному царю Миносу.

Много дивных произведений искусства изготовил Дедал для царя Крита. Он выстроил для него и знаменитый дворец Лабиринт.

с темными запутанными ходами, такими, что, раз войдя во дворец, невозможно было пайти выход. В Лабиринте Минос держал ужасного Минотавра — чудовище-химеру, с телом человека и головой быка.

Холдейн пишет, что, создав почти живые скульптуры, Дедал (в буквальном смысле это имя означает «искусный») был близок к биологическим проблемам и что, занявшись ими, он, вероятно, «предвосхитил бы открытие Менделя».

По Холдейну, действия Прометея-ученого ближе по сути к наукам точным, а Дедал-ученый словно бы тяготел к наукам биологическим. И здесь Холдейн делает очень тонкое замечание. Вот его слова: «Но если каждое физическое или химическое открытие является своего рода святотатством, то каждое биологическое открытие носит признаки извращенности».

ЛЕОНАРДО БРОНЗОВОГО ВЕКА

*Дедал, наскучив меж тем изгнанием долгим на Крите,
Страстно влекомый назад любовью к родимым пределам,
Замкнутый морем, сказал: «Пусть земли и воды преградой
Встали, зато небеса — свободны, по ним понесемся!
Всем пусть владеет Минос, но воздухом он не владеет!»*

ОВИДИЙ «Метаморфозы»

Чтобы по достоинству понять и оценить Дедала-ученого, необходимо дослушать легенду о нем до конца.

А события разворачивались так. Дедал научил дочь Миноса, красавицу Ариадну, как помочь выйти из Лабиринта любимому ею Тесею, который, убив Минотавра, навлек на себя гнев Миноса. (Ежегодно Минотавру приносили в жертву жизнь пятидесяти юношей и пятидесяти девушек, такой жертвой должен был стать и Тесей.) Ариадна вручила Тесею клубок ниток, с его помощью он отмечал свой путь («нить Ариадны») и сумел выбраться из Лабиринта.

В наказание (и желая долее пользоваться искусством великого художника) Минос, словно пленника, держал Дедала на Крите и не хотел отпускать. Долго думал Дедал, как ему убежать, и, кажется, нашел способ освободиться от критской неволи.

«Если не могу я, — воскликнул Дедал, — спастись от власти Миноса ни сухим путем, ни морским, то ведь открыто же для бегства небо! Вот мой путь!..»

Принялся за работу Дедал. Набрал перьев, скрепил их льняными нитками и воском и стал изготавливать из них четыре больших крыла... Наконец Дедал кончил работу, привязал пару крыльев за спину, продел руки в петли, укрепленные на крыльях, взмахнул ими и плавно поднялся в воздух. С изумлением смотрел Икар на отца, который парил в воздухе, подобно громадной птице...

Далее легенда повествует, как поднялись в воздух Дедал и его сын Икар. Предупреждал Дедал сына, чтобы тот не спускался

слишком низко к морю: намочит солеными брызгами крылья. Не велел подниматься и слишком близко к солнцу. Но забыл наставления отца Икар, взлетев высоко в небо. Палачие лучи растопили воск, скреплявший перья, они выпали и далеко разлетелись, гонимые ветром. Стремительно упал Икар со страшной высоты в море и погиб в его волнах...

Весь путь Дедала отмечен как блестящими победами (ваяние Икар, падающий в море).



почти живых фигур, строительство уникального Лабиринта, создание первого подобия аэроплана), так и трагическими неудачами. Зависть толкнула его на убийство племянника. Виноват он был и в гибели Миноса. Погнался тот за Дедалом, требовал его выдачи у царя Сицилии Кокала, но его дочери, не желавшие потерять знаменитого художника, во время купания Миноса в ванне вылили ему на голову котел кипящей воды. Фактически стал Дедал и убийцей своего сына Икара.

Этот Леонардо да Винчи бронзового века — любопытно, что главным творением художника стало создание им крыльев, изделий явно **технических!** — столь разносторонний в своих дерзновенных предприятиях, показавший образчики какой-то безумной научно-экспериментальной отваги, каждый раз оставлял за собой печальные следы.

Не такова ли разве и современная наука? Она на каждом шагу ошибается, оступается, даже падает. В ней ДОБРО и ЗЛО идут рядом, действуют словно бы на паритетных началах.

И показательно, что все деяния Прометея были благом, однако боги (природа?) жестоко наказали его. С Дедалом было все наоборот. Он, грешный во многом, остался совершенно безнаказанным. Боги словно забыли о нем, оставив его в покое. (Холдейн по этому поводу остроумно замечает, что Дедал «первым явился примером того, что боги не вмешиваются в научную работу».)

А как отнеслись к Дедалу люди? О, тут тоже возникли парадоксы. Прославляя на все лады титана Прометея, они всегда порицали ускользнувшего от мщения богов Дедала, относились к нему с неприязнью, в частности не могли простить ему смерть Икара. Лишь одно тут есть исключение: Холдейн пишет, что Сократ с гордостью называл Дедала своим предшественником.

Дедал — художник, изобретатель, конструктор, соперник Природы, готовый переиначивать ее законы по своему разумению, образ противоречивый, дерзновенный, светлый и трагический — бросает свет на всю современную науку и науку будущего, символизируя и ее все возрастающую мощь и возможность горчайших катастроф!

В романе М. Булгакова «Мастер и Маргарита» есть место, где Сатана уговаривает Мастера: «Неужели вы не хотите, подобно Фаусту, сидеть над ретортой в надежде, что вам удастся вылепить нового гомункулуса?.. По этой дороге, Мастер, по этой...»

Какие силы подталкивают Человека на биологические эксперименты, которые одновременно так много обещают и кажутся такими опасными? Что ждет человечество: большие удачи или большие неприятности? Видно, хлебнуть придется всего. Ибо по правилам Игры, которую Человек затеял с Природой, за все хорошее, за каждый выигрыш, надо платить.

И часто очень дорогой ценой!

ГЛАВА 5 БИФСТЕКСЫ НА ГРЯДКЕ



*Показал садовод
Нам такой огород,
Где на грядках, засеянных густо,
Огурбузы росли,
Помидыни росли,
Редисвекла, чеслук и репуста,
Сельдерошек поспел
И моркофель дозрел,
Стал уже осыпаться спаржовник...*

И. КОБЧАЛОВСКАЯ

В начале 80-х годов министр сельского хозяйства США Джон Блок сделал громогласное и широковещательное заявление. Он объявил о том, что ученые Висконсинского университета (город Мэдисон) в ходе исследований совершили настоящий переворот в науке, что в «генетике растений начинается новая эра», которая скоро приведет к «зеленой революции».

Что же произошло? Отчего поднялся такой сыр-бор? Шум и гам возникли из-за того, что удалось передать подсолнечнику ген фасоли, который теперь контролирует в нем синтез одного из белков.

Полученная учеными растительная химера получила название «санбин» («sunbean», буквально «солнечная фасоль»), ибо ее родителями стали подсолнечник («sunflower») и фасоль («bean») — растения, состоящие в далеком родстве.

Санбин — действительно свидетельство больших возможностей генетической инженерии. Но означает ли это, что сбылись заветные чаяния ученых? Что биоинженерия подошла к совершенно повому, очень важному для нее этапу? Что скоро с голодом на земном шаре будет покончено? Конечно, нет. До этого еще очень далеко. Санбин — лишь заявка в будущее (развившееся, способное дать потомство зеленое растение получено не было, пока это всего лишь шарообразный сгусток клеток), лишь один из шансов пробиться туда, лишь зацепка, пренебрегать которой, однако, понятно, не стоит.

СТОПРОЦЕНТНЫЙ ПЛОД

Генная инженерия полна крайностей. В ней черные краски мирно уживаются с мажорными тонами: зелеными, оранжевыми, с цветом зелени и солнечных лучей. Мрачные прогнозы, разговоры о киборгах (киборг — это технически усовершенствованный человек, способный жить в любой среде), послушных чужой воле, о неразмысляющих вояках-суперменах... И здесь же светлые грезы о невиданных прежде растениях.

Хотя человеку стороннему, наблюдателю чудес наук, многие затеи молекулярной биологии могут показаться чистой воды проектерством или делом весьма далекого будущего, сами генные инженеры не сомневаются, что их исследования позволят:

— получить плодоносящие деревья, вырабатывающие естественные яды против вредных насекомых (от пестицидов, загрязняющих окружающую среду, тогда можно было бы отказаться);

— научить растения поглощать азот непосредственно из атмосферы (долгой азотные удобрения вместе с производящими их громадными фабриками!);

— добиться того, чтобы появились растения, стойкие к засухам, способные усваивать соленую воду, не лежащие под дождем и градом, не страшющиеся заморозков, устойчивые к гербицидам и вирусным болезням;

— «вывести» кукурузу, в початках которой содержалось бы столько же белка, сколько его содержится, скажем, в курином яйце, что позволило бы в тех странах, где выращивается много кукурузы, вовсе исключить мясо из рациона (как ушла из рациона питания землян лошадь, так «уйдут в прошлое» коровы и быки?! Пока мы по необходимости все еще убиваем животных, чтобы питаться их мясом, но куда более гуманным и гораздо более выгодным путем было бы получение всех необходимых нам белков от растений. И генная инженерия обещает создать «суперовоци» с высоким содержанием белка — этакие «растительные бифштексы», «бифштексы на грядках». По питательности они превзойдут мясо)...

Трудами ученых должны сбыться и другие фантастические проекты. Вот один из них. У растения съедобны плоды и семена, реже



Изразец с тимерическим растением.

листья (капуета) или корни. Но, кроме съедобных частей, есть и несъедобные: стволы, цветы, кора... Растениям они необходимы, нам — нет (во всяком случае, в качестве пищи). Так стоит ли мириться с тем, что участки земли, получающие солнечную энергию, достаточную для тысяч человек, кормят только десятки? Отчего бы не создать растение без корней, листьев, веток и стволов — этаким стопроцентный плод?

Академик Н. Н. Семенов считал, что со временем при посредстве физики и химии создадут особые чаны с генетической закваской. В них озаренные солнцем клеточные ядра будут выращивать (в особом температурном и солевом режиме) яблочную, вишневую, пшеничную, морковную, ананасную и иную растительную ткань. Она пойдет на стол целиком: никаких отходов не будет!

В мечтах можно зайти и еще дальше. Возжелать растения, в которых имелось бы все необходимое человеку, — растения со съедобными листьями, как у шпината, семенами с высоким, как у фасоли, содержанием белка, с высокопитательными, похожими на картофель, клубнями, со стеблем, дающим полезное волокно... Тогда не надо будет «метаться» от одного блюда к другому — организм только от одного растения с пищей сразу получит все, что ему необходимо.

А еще — раз уж все пожелания сбываются! — хорошо бы, чтобы были получены такие растения, которые можно есть сразу в сыром виде. Чтоб не надо было возиться на кухне с поваренной книгой, затем жарить, варить, разогревать, охлаждать.

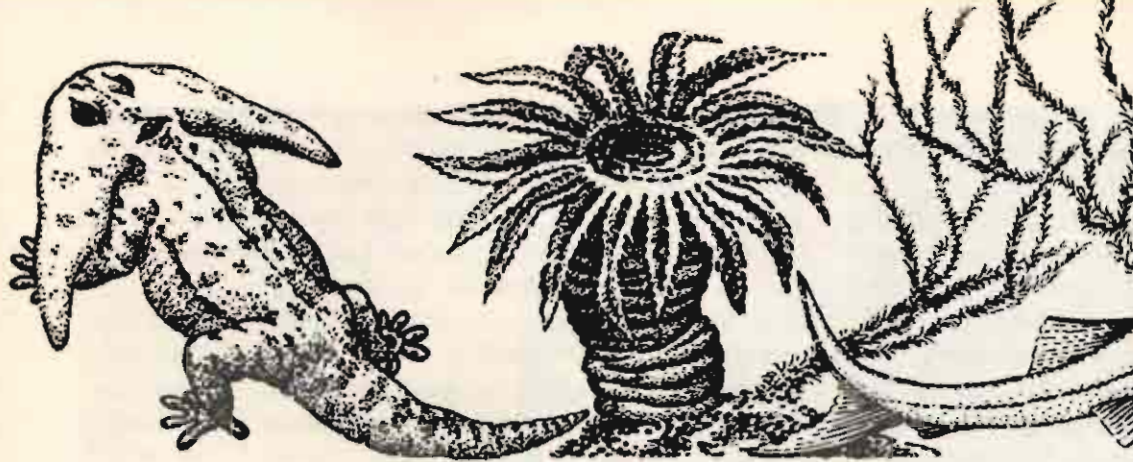
СОРОК ШЕСТЬ СТУПЕНЕЙ К ИДЕАЛУ

А собственно, во всем том, о чем только что говорилось, и нет особых чудес. Растениеводы издавна занимались выведением новых, необычных сортов, но добивались они этого при помощи скрещивания и прививания, то есть путями естественными, главные недостатки которых — ненадежность и слишком большие затраты времени.

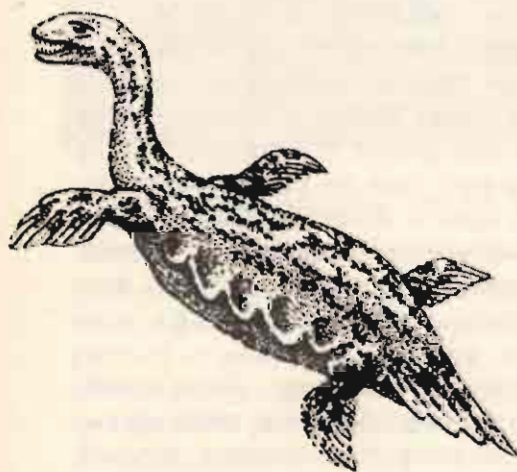
Делом этим занималась и сама матушка-природа. С помощью естественного отбора за тысячелетия добилась немало. Так, в частности, полагают, что вследствие генных мутаций живые существа, первоначально обитавшие в водной среде (в первоокеане), обрели способность дышать и выбрались на сушу. И существование человека является отголоском тех давних событий.

Как спрессовать миллионы лет в годы и даже месяцы? Как максимально сократить сроки? Способна ли справиться со всем этим селекция? Да, успехи ее велики: вклад селекции в достигнутое за последнюю четверть века удвоение урожайности составляет более 50 процентов. Однако даже такие цифры нас уже не удовлетворяют. Селекционное конструирование нового сорта — многотрудный научный марафон. Это дело, требующее чудовищного упорства, десятков лет труда, а успех чаще всего приходит только на склоне лет. Сколько селекционеров так и не дожили до времени, когда их усилия стали приносить плоды!

Трудности селекции, в чем они? Возьмем пшеницу. Ведь необходимо среди примерно сорока восьми тысяч образцов этой культуры разыскать те несколько, которые и станут стартовой точкой



Около 300 миллионов лет тому назад на нашей планете завершался так называемый каменноугольный период. Тогда все материки земли в виде нескольких массивов суши были скучены возле экватора. Жаркий, насыщенный влагой воздух благоприятствовал произрастанию заболоченных лесов, от которых и остались в земле залежи каменных углей (отсюда и второе название этого периода — карбон). Тогда холмы, поросшие гигантскими папоротниками и хвойными деревьями, перемежались с низинами, испещренными реками, озерами, лагунами. По суше ползали многоножки, скорпионы, земноводные (типа саламандр) и пресмыкающиеся; воды кишели червями, ракообразными, моллюсками, примитивными акулами и костяными рыбами...



для планируемого поиска. А сколько забот возникает при скрещивании! При десяти всего сводимых воедино признаков (каждый из них контролируется только одним геном) во втором поколении, когда отбор только начинается, надо проанализировать ровно 1 048 576 растений. Вот какие груды материала необходимо перерывать!

И кабы перечень требований к новому сорту укладывался бы в десятку! На деле, по классическому подсчету Н. И. Вавилова, в число признаков, которым должен соответствовать новый сорт (конкретно мы говорим о пшенице), должны входить сорок шесть пунктов.

Перечислим некоторые: форма зерна; высокий вес 1000 семян; крупный, при созревании не осыпавшийся колос; не прорастающее на корню и в снопах зерно; прочная, неполегающая соломина; оптимальное соотношение массы зерна и соломины; иммунитет к вредителям, болезням; устойчивость к засухам; пригодность к механизированной уборке...

Сорок шесть ступеней к идеалу! И это по меркам прошедших десятилетий.

Ныне же количество требований (число ступеней) выросло еще больше.

Наши далекие предки руководствовались простыми критериями: съедобно растение — несъедобно, вкусно — нет.

Это только много позднее, при еще полусознанной селекции, человек начал обращать внимание и на величину урожая, и на размеры используемых в пищу органов растений. Но затем земледелец открыл в растениях крахмал, белок, аминокислоты, жиры, витамины...

Тут уж он осознал разницу между «количеством» и «качеством». Уразумел и факты неприятные: что у зерновых отчего-то чем выше урожайность, тем ниже в зернах содержание белка и незаменимых аминокислот. Что чем больше с гектара удастся собрать сахарной свеклы, тем меньше в ней сахара и так далее.

И для селекции важными оказались теперь уже не только валовые сборы с гектара, но и «урожай» белка, сахара, витаминов и других веществ.

Подобные меры могут изменить структуру молекул ДНК, произвести в ней «поправки», наподобие опечаток в результате недосмотра типографа.

К сожалению, эти мутации плохо предсказуемы. Трудно предвидеть, какие гены будут поражены, в каком отношении они будут модифицированы. Тут остается уповать на удачу, на то, что удастся найти и отобрать нужных «уродов» — очень редкие, интересные селекционера изменения.

Здесь художник изобразил «деревья Мичурина», чудо-растения, на ветвях которых можно найти плод на любой вкус.

ГРУШИ НА ВЕРБЕ

*А у наших у ворот
Чудо-дерево растет.
Чудо, чудо, чудо, чудо
Расчудесное!*

*Не листочки на нем,
Не цветочки на нем,
А чулки да башмаки,
Словно яблоки!*

К ЧУКОВСКИМ

Селекция имеет существенное ограничение. Ее приемы позволяют получать гибриды только родственных растений. Скрещивать картофель разных сортов можно, но никак нельзя получить, скажем, гибрид сливы и яблони.

Ветви древа жизни, пройдя долгий эволюционный путь, разошлись друг от друга очень далеко. Их развитие долго шло независимо. Потому-то разные виды не «переплетаются» меж собой. И нельзя скрестить кошку с собакой, человека с обезьяной. И хотя есть мул, помесь осла и лошади, он бесплоден, также как и помесь льва с тигрицей.

Природа воздвигла между далекими видами непреодолимый барьер, который мешает селекционной работе. Фактически селекционеры тасуют одни и те же гены. У них в руках словно бы колода, в которой все карты одинаковы (в одной — только семерки бубен, в другой — лишь трефовые короли, и тому подобное). Кое-какие различия, конечно, имеются: одни карты пропечатаны чуть-чуть лучше, на других видны следы брака (опечатки, смещения рамок)...

Получить гибрид капусты и редьки, например, селекционерам никак не удастся. (Сотворить такую помесь они смогли, но, к их глубочайшему разочарованию, она имела корни капусты, а ботву — редьки! И надолго стала мишенью для острот злопамятных юмористов.) А вот гениальные инженеры почти с первой попытки, так сказать, с первого захода, смогли сотворить гибрид свеклы со шпинатом и, если потребуется, смогут вырастить и груши на вербе.

Как все это делается? В чем секрет? Мы помним: успехи геной инженерии связаны с плазмидами, этими ДНК-колечками, способными «перекатываться» из одной бактерии в другую. К огорчению ученых, тех же экспериментальных удобств растения и другие высокоорганизованные клетки не предоставляли. Природа отделила прокариотов (бактерии, синезеленые водоросли и другие наделенные плазмидами простейшие) от эукариотов (растительные и животные организмы) непроницаемой стеной. Поэтому казалось: плазмидные способы изменения наследственности тут не помогут.

Так считалось. И вдруг обнаружилось, что есть все-таки лазейка. Выяснилось: то, что молекулярные биологи безуспешно пытались сделать, уже миллионы лет проделывает обычная почвенная



*Яблоки на вербе —
картина в духе народного
лубка.*

бактерия *Agrobacterium tumefaciens*. Она умеет вводить чужеродные гены в растения и заставляет их повиноваться своей воле — вынуждает синтезировать нужные ей белки. В результате такой генетической колонизации растительные клетки начинают безудержно размножаться, и образуется растительный нарост — галл (растительная опухоль).

Исследователи выделили и виновницу этих превращений — плазмиду (ее назвали Ti-плазмидой, от английских слов tumor-inducing — «вызывающая опухоль»). Было установлено, что после заражения растения определенная часть плазмидной ДНК (Т-ДНК) способна встраиваться в хромосомную ДНК растительной клетки, становиться частью ее наследственного материала. (Это геновое вторжение заставляет растение синтезировать особые соединения — опины, которые служат бактерии пищей.)

Итак, открывается уникальная возможность для включения в геном растений любого желательного гена, функционирование которого может придать растению нужные свойства. Ti-плазмиды (у них можно подавить гены, способствующие возникновению растительных опухолей) окрылили исследователей: в окружающей растительную клетку высоченной, кажущейся совершенно неодолимой ограде обнаружили «выломанные доски». Впрочем, это необходимо отметить, биологические бреши найдены не для всех растений. Только для класса двудольных. Для однодольных же (а к ним относятся важнейшие для сельского хозяйства зерновые, кукуруза, многие травы: они обладают природной устойчивостью к заражению агробактериями) проблема не решена. Здесь придется поискать свои обходные пути.



БИОЛОГИЧЕСКИЙ «АНТИФРИЗ»

Ученые настроены чрезвычайно оптимистично. Обсуждают вдохновляющие планы применения геной инженерии для получения чудо-растений. Однако далеко не все разделяют оптимизм исследователей. В США намерение биологов перейти в ближайшее время от лабораторных опытов к испытаниям в природных условиях вызывает активный протест защитников окружающей среды. Противники геной инженерии требуют запретить генетические манипуляции над растениями в природных условиях. Их пугает возможность создания такого вида растений, который сможет сопротивляться любым ядам и, выйдя из-под контроля, устойчивый к засухам, гербицидам и холоду, начнет бурно размножаться и вытеснит всю дикорастущую флору.

О возможной опасности геноинженерных работ говорят и такие факты. В последние годы в США ведется активные попытки получения биологических средств для борьбы с заморозками. Ученые намерены создать биологический «антифриз».

Убытки, связанные с заморозками, составляют в США более миллиарда долларов в год. И, как выяснилось, во многом тут виноваты бактерии. Именно они способствуют образованию губительных кристалликов льда.



Не вытеснят ли чудо-растения, страшатся противники генной инженерии, всю дикую флору земли?

При отсутствии на поверхности листьев бактерий видов *Pseudomonas syringae* и *Erwinia herbicola* вода на растениях с падением температуры до нескольких градусов ниже нуля по Цельсию не замерзает, а становится переохлажденной. Растения при этом могут выдерживать температуры до минус 8 градусов по Цельсию.

Заморозки вредят растениям, только если на них образуется лед. А для начала кристаллизации переохлажденной воды нужны «ядра», или «центры», кристаллизации. Этими «ядрами» и служат бактерии упомянутых видов. На них-то и «нанизываются» образующиеся кристаллики льда.

(Вероятно, те же микроорганизмы вызывают кристаллизацию воды и в облаках.)

Сначала американские ученые (Висконсинский университет) пытались бороться с бактериями, опрыскивая поле стрептомицином. Но ясно, что широкое использование этого средства неблагоприятно скажется на окружающей среде. Поэтому тактику борьбы пришлось поменять.

Было решено натравить на бактерии убивающие их вирусы — бактериофаги. Лабораторные эксперименты обнадежили. В течение

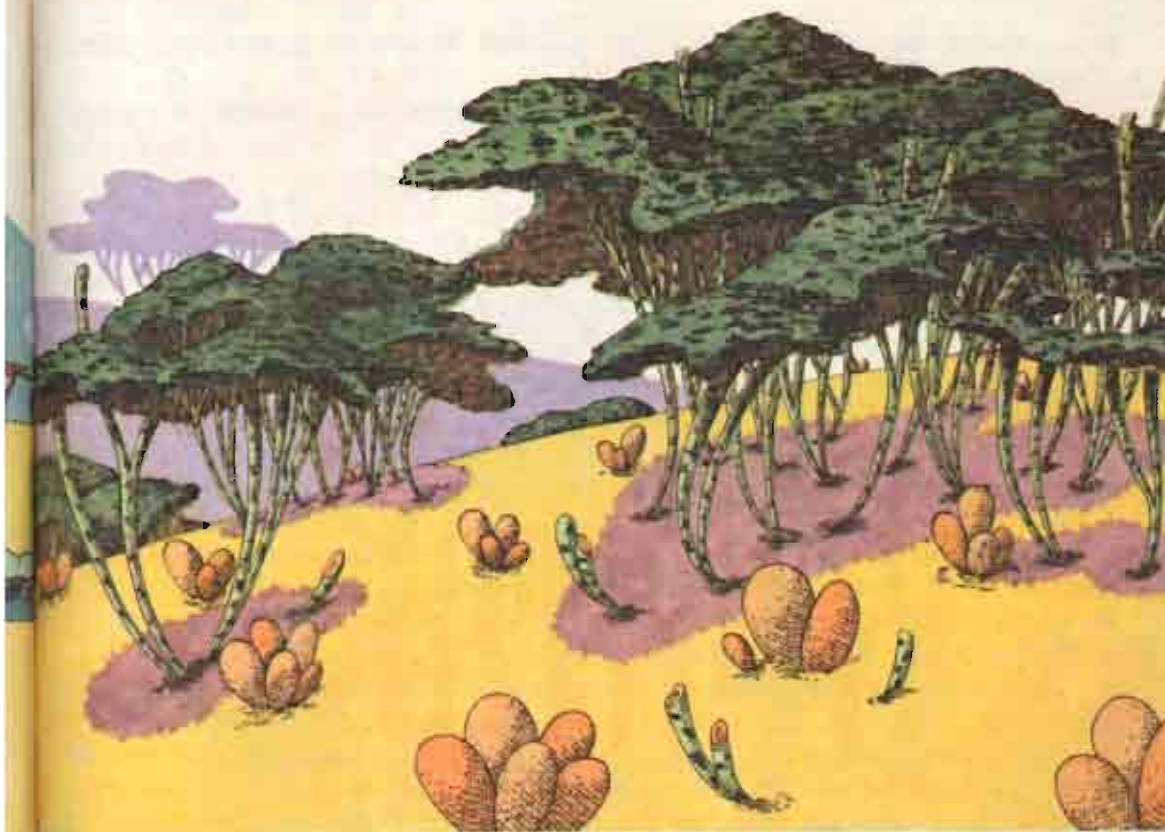


БИОЛОГИЧЕСКИЙ «АНТИФРИЗ»

Ученые настроены чрезвычайно оптимистично. Обсуждают вдохновляющие планы применения геной инженерии для получения чудо-растений. Однако далеко не все разделяют оптимизм исследователей. В США намерение биологов перейти в ближайшее время от лабораторных опытов к испытаниям в природных условиях вызывает активный протест защитников окружающей среды. Противники геной инженерии требуют запретить генетические манипуляции над растениями в природных условиях. Их пугает возможность создания такого вида растений, который сможет сопротивляться любым ядам и, выйдя из-под контроля, устойчивый к засухам, гербицидам и холоду, начнет бурно размножаться и вытеснит всю дикорастущую флору.

О возможной опасности геноинженерных работ говорят и такие факты. В последние годы в США ведутся активные попытки получения биологических средств для борьбы с заморозками. Ученые намерены создать биологический «антифриз».

Убытки, связанные с заморозками, составляют в США более миллиарда долларов в год. И, как выяснилось, во многом тут виноваты бактерии. Именно они способствуют образованию губительных кристалликов льда.



Не вытеснят ли чудо-растения, страшатся противники гениной инженерии, всю дикую флору земли?

При отсутствии на поверхности листьев бактерий видов *Pseudomonas syringae* и *Erwinia herbicola* вода на растениях с падением температуры до нескольких градусов ниже нуля по Цельсию не замерзает, а становится переохлажденной. Растения при этом могут выдерживать температуры до минус 8 градусов по Цельсию.

Заморозки вредят растениям, только если на них образуется лед. А для начала кристаллизации сверхохлажденной воды нужны «ядра», или «центры», кристаллизации. Этими «ядрами» и служат бактерии упомянутых видов. На них-то и «нанизываются» образующиеся кристаллики льда.

(Вероятно, те же микроорганизмы вызывают кристаллизацию воды и в облаках.)

Сначала американские ученые (Висконсинский университет) пытались бороться с бактериями, опрыскивая поле стрептомицином. Но ясно, что широкое использование этого средства неблагоприятно скажется на окружающей среде. Поэтому тактику борьбы пришлось поменять.

Было решено натравить на бактерии убивающие их вирусы — бактериофаги. Лабораторные эксперименты обнадежили. В течение

нескольких часов удавалось уничтожить более 90 процентов льдообразующих бактерий.

Еще более изумительный прием — генноинженерными методами так преобразовать бактерии, чтобы они более не вызывали кристаллизации льда. Так сказать, «перевоспитать» их.

Парадокс тут в том, что исследователи толком не знают, что делает бактерии «ядрами» кристаллизации. И однако, им удалось уничтожить в бактерии *Pseudomonas syringae* гены, определяющие это их неприятное для людей качество.

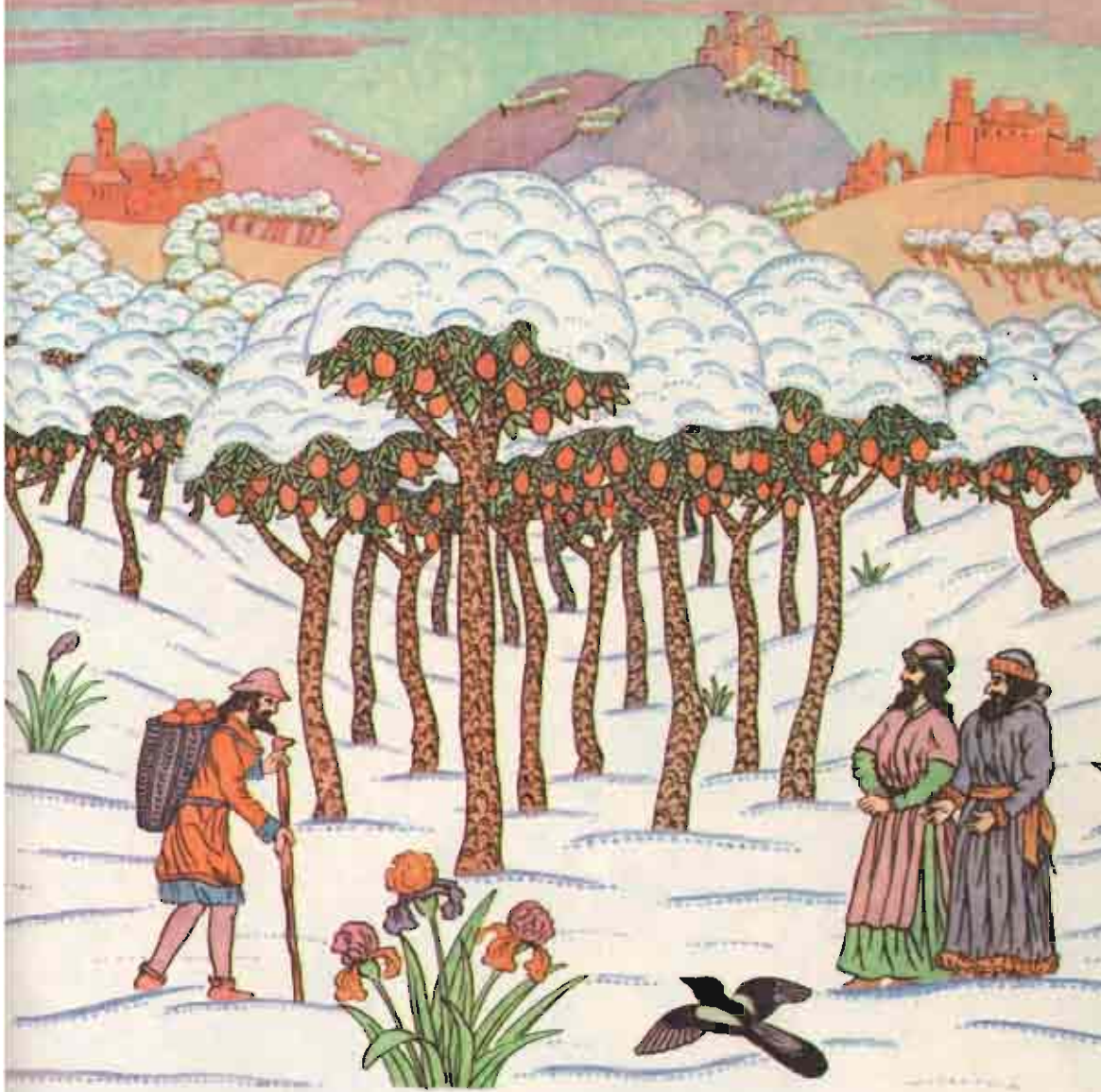
Ученые вели поиск методом проб и ошибок. Они приготовили из ДНК этой бактерии набор (библиотеку) фрагментов самой разной длины. Каждый из фрагментов был затем «вшит» в кишечную палочку, которая обычно не вызывает образования кристалликов льда. И вот — о радость! — один из фрагментов превратил *E. coli* в ядро кристаллизации.

Затем — следующий этап этой работы — биоинженеры «вырезали» из ДНК бактерии кусок, «ответственный» за кристаллизацию. И такой ДНК (ее назвали «минус лед») заменили «нормальную» ДНК бактерии *Pseudomonas syringae*.

Уже собираются распылять культуры полученных бактерий на опытных участках, засаженных картофелем, для повышения морозостойкости растений. Говорят, это первый значительный эксперимент генетических инженеров, затрагивающий окружающую среду. Все было бы хорошо, но бактерии, вокруг которых образуются

*При отсутствии на поверхности листьев бактерий видов *Pseudomonas syringae* и *Erwinia herbicola* вода в растениях с падением температуры до нескольких градусов ниже нуля по Цельсию не замерзает, а становится переохлажденной. Растения при этом могут выдерживать температуры до минус 8 градусов по Цельсию. Заморозки вредят растениям, только если на них образуется лед. А для начала кристаллизации воды нужны «ядра» кристаллизации. Они и служат бактериям промежуточных видов.*





Как было бы хорошо, если бы citrusовые нашего юга не страдали от холодов при передких в горах выпадениях снега!

кристаллики льда, скорее всего, играют в природе заметную роль. При занесении их воздушными потоками в верхние слои атмосферы они способствуют образованию дождя и снега. Что произойдет, если эти бактерии, «аборигены», не выдержат «конкуренции» с модифицированными человеком микробами? Чем все это кончится?

СЪЕДОБНЫЕ СОРНЯКИ

Биоинженерия меняет не только растения, но и наши представления о них. Вот какую, к примеру, картину сельского хозяйства, «исправленного» молекулярными биологами, рисует доктор физико-математических наук М. Д. Франк-Каменецкий.

«Где-то в пустынях стоят солнечные электростанции, от них ток, а также необходимое минеральное сырье поступают на громадные биотехнологические заводы, где готовят оптимально сбалансированные корма из бактерий и дрожжей и в удобной упаковке рассылают их по всей стране на птице-, свино- и коровофабрики. Там, словно в инкубаторах, где сегодня растут кур, выращивают всю остальную живность, а может быть, и совсем новых, выведенных с помощью генной инженерии, животных. Кроме кормов, заводы изготавливают искусственную пищу. Разумеется, в каком-то объеме сохранилось и обычное земледелие, с возделыванием пшеницы и других культур. Но потребность в этих весьма дорогих продуктах настолько снизилась, что их возделывают в отдельных климатических зонах, с полной мелиорацией и так далее. Огромные пространства, которые были в добиологическую эру заняты под пашни, освободились, люди перестали сгущаться в городах, а живут вольготно среди лесов, озер и рек и ездят на работу, в ближайший магазин и друг к другу в гости на электромобилях...»

Представить завтрашний день сельского хозяйства трудно, но с большой определенностью можно говорить о целях, стратегических задачах, которых хотелось бы достичь.

Тут надо понимать, что цели природы и человека различны. Для людей, скажем, выгоднее получить пшеницу или ячмень с крупным зерном, с легкой обмолачиваемостью. Природе же важнее не размер, а количество зерен; а вот склонность к легкому обмолачиванию — этот признак может оказаться для растения даже вредным.

Такой разницей во взглядах природы и человека и все растущее могущество людей не могут не сказаться губительно на биосфере. Из огромного разнообразия растений, кормивших человека 10 тысяч лет назад, сегодня основу питания составляет всего каких-то тридцать видов растений. Древнее природное разнообразие местных видов заменено ныне небольшим числом специально выведенных и почти насильно внедряемых сортов, выращиваемых на обширнейших пространствах.

Девяносто шесть процентов урожая гороха в США получается всего-навсего от двух его разновидностей, а семьдесят один процент урожая кукурузы — от шести ее сортов. Споры нет, используются чудодейственные по продуктивности растения, но — увы! — они становятся все более уязвимыми для различных заболеваний, таких, к примеру, как картофельная гниль. Растения приходится усиленно «лечить» пестицидами и прочими очень опасными для окружающей среды и самого человека средствами.

Итак, одна из важнейших целей биоинженерии — возврат расти-

◀ *96 процентов урожая гороха в США получают всего-навсего от двух его разновидностей, 71 процент урожая кукурузы — от шести ее сортов. Замечательные это растения, но они становятся все более уязвимыми для заболеваний, их приходится «лечить» средствами (пестициды и так далее), очень опасными для окружающей среды и самого человека.*

тельного царства к многообразию, к неоглядному богатству видов флоры. Чтобы было так, как в шутовском стихотворении Н. Кончаловской «Про огород», когда рассеянный садовник смешал все семена и получились редисвекла, чеснок, репуста и спаржовник. Пусть будет так, как пишет поэтесса:

Но когда садовод
Нас позвал в огород,
Мы взглянули, и все закричали:
«Никогда и нигде,
Ни в земле, ни в воде
Мы таких овощей не встречали!..»

Разнообразия кормящих человека растений можно добиться и таким необычным способом: превратив генноинженерным манером сорняки в культурные, съедобные растения. Рисуются фантастическая ситуация. Съедобны ландыши, незабудки. Готовят салат из листьев березы, гарниры из лопухов, супы из хвои. Распиленная как бы на дрова плоть деревьев подается на стол вместо колбасы. Пырей, подорожник, одуванчики считаются деликатесами, их трудно найти на полях. Зато картофель никто не ест, пшеница идет исключительно на корм скоту!

Нашу фантазию можно продолжить. Съедены все сады, кустарники, леса, травы. Человечеству вновь приходится садиться на «черную пищу»: на картошку, овощи, хлеб. Биоинженеры срочно пытаются превратить зерновые, картофель и другие древние пищевые растения в новомодные — пырей, кислицу, спыть...

БЕСПЛАТНЫХ ЗАВТРАКОВ НЕ ОБЕЩАЮТ

Первый удачный опыт — подарок дьявола, только потом обычно начинается настоящая работа, дающая зрелые плоды.

В. ЧАРГАФФ

Селекционеры, наблюдая за работой биоинженеров, испытывают подчас вовсе не чувство зависти. Они полны иронии, им хочется подтрунивать, язвить. Многие из них считают, что генетическая инженерия — это своего рода увлечение, мода, что она пройдет, и никакой особой пользы практики от нее не получат.

Медлительные, терпеливые, упорные, свято соблюдающие правила, издавна декретированные природой, деревенского, так сказать, склада, селекционеры подозрительно относятся к поспешным, явно урбанистическим методам биоинженерии. Их раздражает рвение, спешка, рекламный шум, чрезмерные обещания, явное желание нарушить ритуалы, поскорее опрокинуть поставленные природой барьеры, обойти их, пролезть с «черного хода», пройти «вне очереди».

Этот старый спор между сельской неторопливостью, основательностью и городской суетой и необязательностью, видимо, раз-



Рисуеться фантастическая ситуация. Съедобны ландыши, незабудки. Готовят салат из листьев березы, гарниры из лопухов, супы из хвои. Распиленназ как бы на дрова плоть деревьев подается на стол вместо колбасы. Щурей, подорожник, одуванчики почитаются деликатесими, их трудно найти на полях. Зато картофель никто не ест, пшеница идет исключительно на корм скоту!..

Нашу фантазию можно и продолжить. Съедены плоды всех садов, кустарников, лесов и травы. Человечеству вновь приходится садиться на «черную пищу»: на картошку, овощи, хлеб.

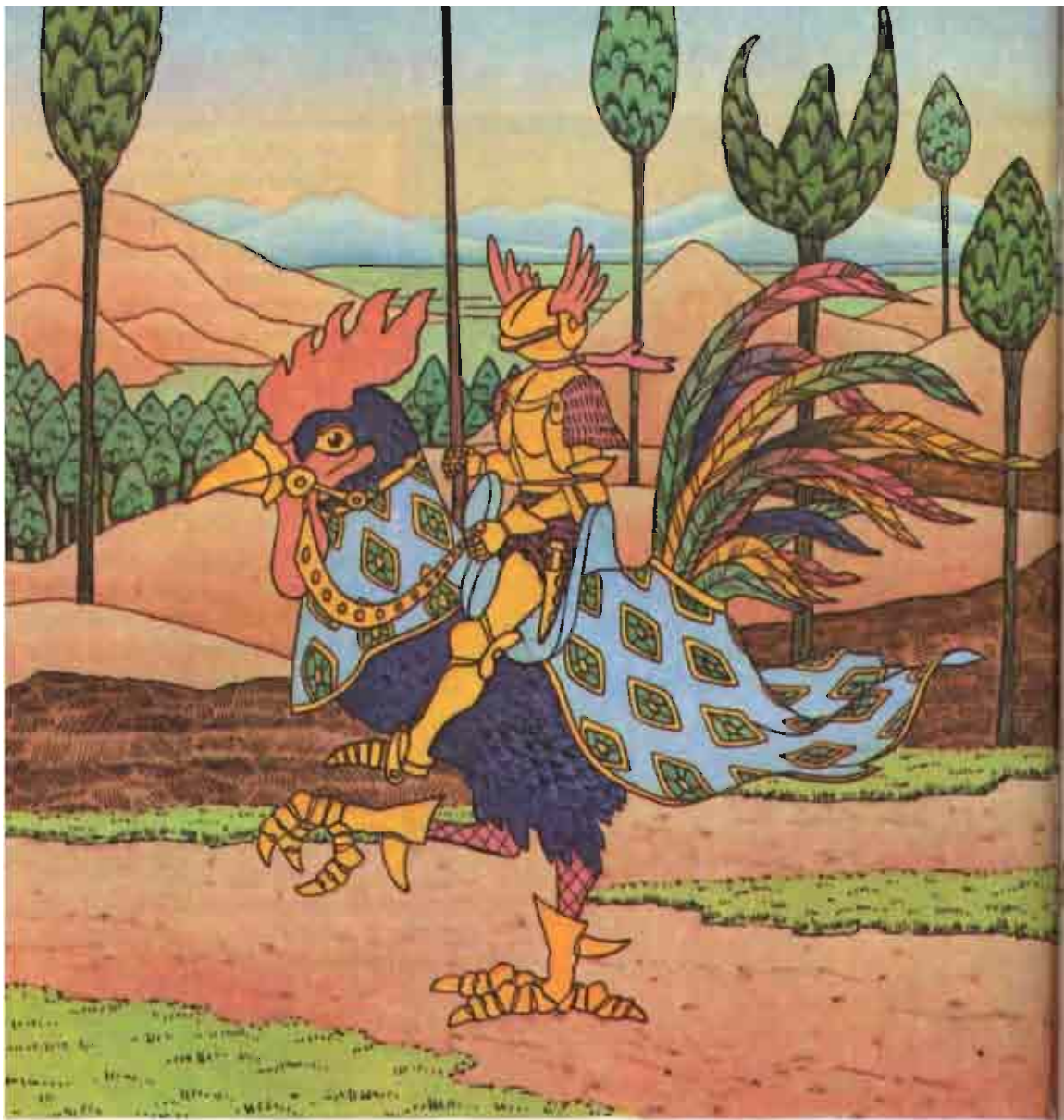
Биоинженеры срочно пытаются превратить зерновые, картофель и другие древние пищевые растения в новомодные — щурей, кислицу, смити...

Правда, имеется еще одна возможность — создавать химерические растения, наподобие растения, изображенного на этом израссе.

решился не скоро, потому что биоинженер в конечном итоге передает свои находки селекционерам, именно они должны судить, удался или нет очередной генный «фокус».

Каких бы чудес ни напридумали молекулярные биологи, рассуждают селекционеры, нам решать, что у них получилось. Потому-то скоростные методы переделки сельского хозяйства — это миф. Для решения какой-то конкретной проблемы требуется от двух до пяти лет для получения у данного растения различных признаков, а потом еще по крайней мере от трех до восьми лет работы традиционными методами, чтобы закрепить эти признаки у растения.

Еще одна трудность для генетической инженерии, занятой растениями, в том, что селекция новых сортов затрагивает свойства



Коровы величиной со слона, петухи — с лошадь? Не это ли одна из целей химерического мастерства?

растения, контролируемые уже не одним, а сразу **МНОГИМИ** генами.

Поясним эту важную мысль таким примером. Уже давно ученые хотят сконструировать растения, способные сами себя «удобрять». Давно настойчиво пропагандируется мысль передать зерновым культурам — основной пище человечества — группы генов *nif* из бактерий, умеющих улавливать атмосферный азот, и тем самым избавиться от необходимости вносить под эти культуры в почву азотные удобрения. К сожалению, эта идея-фикс генных инженеров пока остается всего лишь мечтой. Причина та, что переносить придется сразу 17 (!) генов. И даже если предположить, что все же удастся заставить работать все эти гены, то (например, в геноме

пшеницы), по оценкам специалистов, такие растения снизят урожайность на 20—30 процентов сухого веса из-за необходимости нести дополнительные энергозатраты на... фиксацию азота!

Да, в геноме растений есть дальние связи между генами, и вмешиваться в работу генной машины следует очень осторожно. Неловко нажимая на «кнопки», «педали», «рычажки», можно непароком перевести генные механизмы растения из одного режима в другой.— режим, вовсе нежелательный для человека.

В этой связи злопамятные селекционеры вспоминают обычно историю с геном ораце 2. В 1964 году этот ген захотели использовать в США (университет Пардю) для обогащения зерен кукурузы аминокислотой лизином, что резко бы повысило питательную ценность кукурузного зерна.

Перенос гена удался, радость была великая, но... урожайность у трансформированных сортов упала на 15 процентов, а сами зерна стали хрупкими и чувствительными к возбудителям болезней!

Все эти замечания несколько неожиданны для читателя, ждущего описаний сногшибательных перспектив. Их нам всюю распишывают при случае средства массовой информации, которые просто обуревают жажда сенсаций. Порой это делают и некоторые ученые, излишне падкие на кредиты, сулящие несведущим золотые горы, молочные реки и кисельные берега.

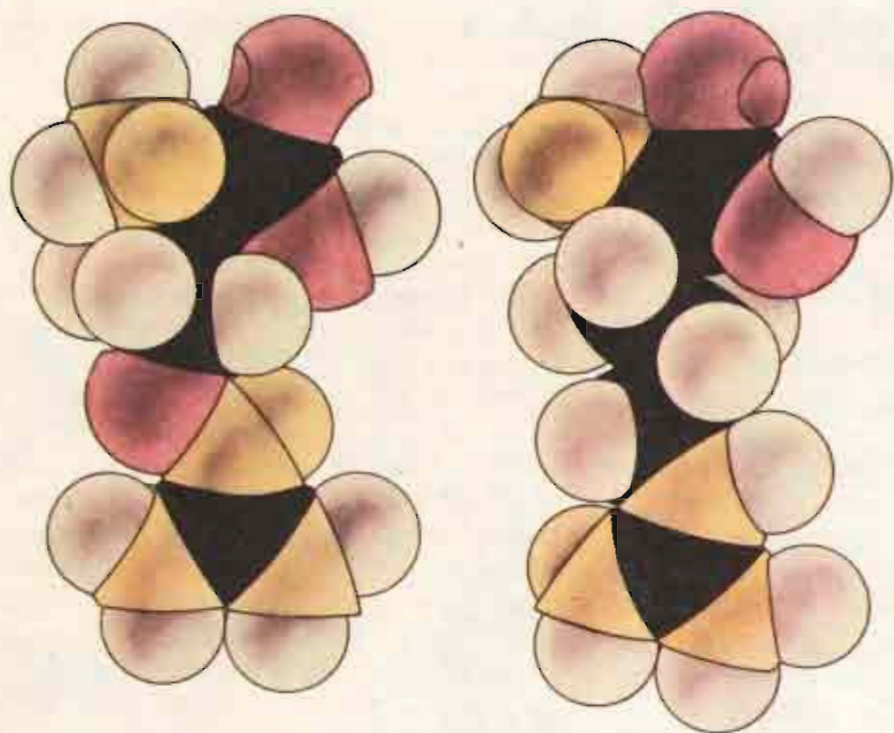
Конечно же, очень жаль, что, вооруженная гениоинженерными методиками, селекция не может надеть сапоги-скороходы и двинуться вперед семимильными шагами. Верно, бесплатных завтраков в ближайшем будущем она не обещает, но зато оказывается верным путем, гарантирующим хотя и скромные, но прочные, непрерывные и эффективные успехи в сельском хозяйстве.

МОРКОВЬ ИЗ ЛАБОРАТОРИИ

Хотя самоудобряющаяся пшеница и коровы величиной со слона еще не стали реальностью сельского хозяйства, биоинженерия, имеющая дело с растениями, уже отпраздновала не одну победу. Так, недавно молекулярные биологи сумели обеспечить табак и томаты иммунитетом к их вредителям.

Исходной точкой для исследователей послужила бактерия *Bacillus thuringiensis*. Этот микроорганизм давно известен как биологический инсектицид, искусственно выращиваемый и используемый для опыления культурных растений. С листьев растений бактерии попадают в организм вредителей, нарушая пищеварительную функцию гусениц. Причиной тому служит особый белок, вырабатываемый микроорганизмами. В течение 40 часов насекомые погибают. Преимущество подобных пестицидов в том, что они совершенно безвредны для людей и животных.

Но зачем с трудом выращивать бактерии, а затем их распылять? Такой вопрос задали себе бельгийские ученые. Они выделили



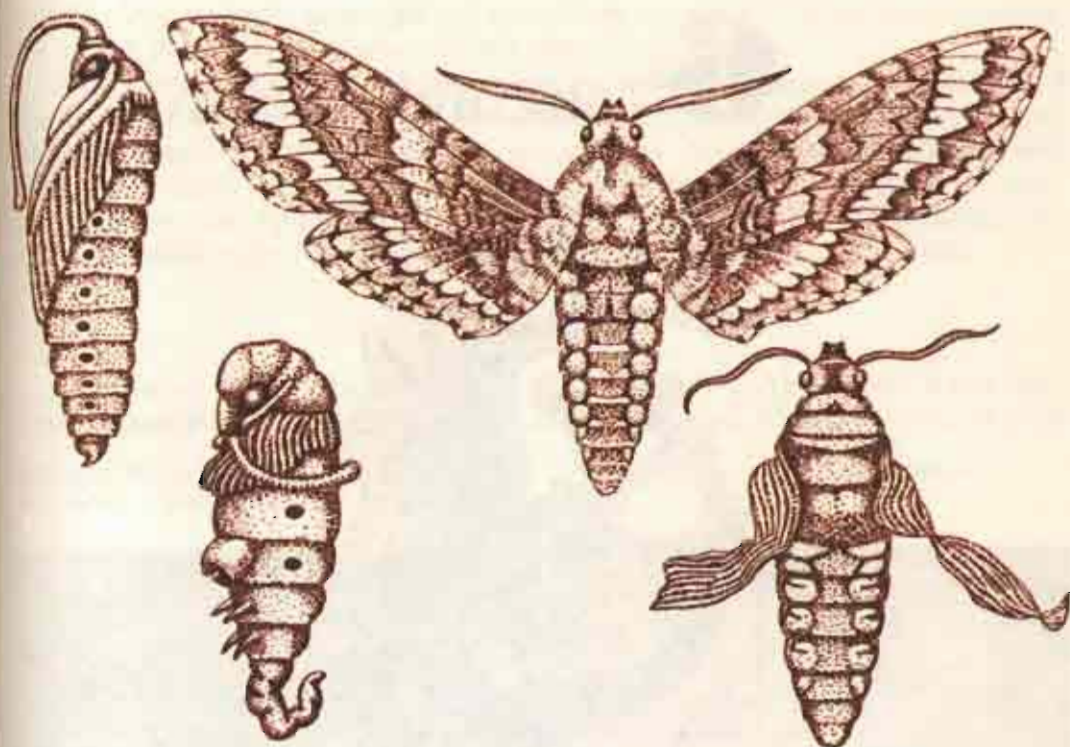
Химерических эффектов можно добиться и чисто химическими способами, к примеру, с помощью ядовитых аминокислот (растения вырабатывают их для борьбы со своими врагами — насекомыми-вредителями). Слева показана структура молекул L-канаванина и L-аргинина. Рисунок на с. 155 демонстрирует воздействие канаванина на табачного бражника (manduca

искомый ген белка-убийцы и, используя в качестве переносчика генов Ti-плазмиды, включили его «строительные элементы» в ДНК табачного и томатного растений. Их листья сама стала «производить» смертельный для вредителей белок.

Биотехнологи добились и других успехов. Так, к примеру, им удалось получить особые, «прыгающие» помидоры. У них плоды краснее, круглее, тяжелее обычных, они имеют характерный запах и структуру и так плотны, что прыгают, как мячики.

Точнее говоря, выведены два новых сорта «прыгающих» помидоров. Один предназначен для использования при приготовлении первых блюд. Для него характерна повышенная плотность, мясистость, плоды не содержат много жидкости. У второго сорта плоды темно-красные, круглые, как апельсины, их мякоть почти так же плотна, как у дыни. Плоды хорошо хранятся и переносят транспортировку.

Скорость, с которой биотехнология осваивает в сельском хозяйстве новые рубежи, потрясает. В 1986 году в потоке прессы промелькнула характерная газетная заметка. Называлась она «Морковь из лаборатории». Вот выдержка из нее:

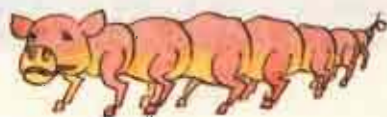


sexta, в верхней части рисунка показаны нормальная куколка и нормальная взрослая особь). В пищу, которой в лаборатории кормили личинок, был добавлен канаванин. В результате были выведены дефектные (аномальные) куколки и дефектные взрослые особи.

«...Уже в этом году на прилавки магазинов в США поступят продукты, полученные методом геной инженерии, — необыкновенно сладкая морковь, которая будет к тому же аппетитно хрустеть на зубах; сельдерей без волокон и другие овощи. Растения эти, структура ДНК которых подверглась необходимому изменению, выращивались из одной клетки в питательной среде в лаборатории, а затем высаживались на поля. Ученые планируют создать тем же путем новый сорт кукурузы с такими вкусовыми качествами, которые позволят употреблять ее в пищу без добавления масла и соли...»

Это было напечатано в середине 1986 года. А в 1987 году на прилавках американских универсамов уже можно было увидеть и купить пакеты «Веджи снэк» — небольших упаковок сырых овощей, улучшенных особыми методами КЛЕТОЧНОЙ ИНЖЕНЕРИИ.

О клеточной инженерии, ее особенностях, перспективах, связанных с нею надеждах будет более обстоятельно рассказано в следующей главе.



ГЛАВА 6 СВИДАНИЕ С МЕЧТОЙ



*Кто ищет, жаждет кто — сливает трепет свой
С мятущейся толпой, с таинственной Вселенной.
Ум жаждет вечности, он дышит широтой,
И надобно любить, чтоб мыслить вдохновенно!*

В. ВЕРХАРН

...Толчок. Я открываю дверь и попадаю в тропики — оказываюсь в комнате, залитой ярким светом множества ламп. Воздух здесь словно вибрирует, гудит от massированных ударов желтых и оранжевых лучей. Они бьют наотмашь, расстреливают в упор ряды тесно прижатых друг к другу металлических стеллажей, заставленных плотными шеренгами, толпами чашек, пробирок, колб и просто банок всех фасонов — от тех, что сдают в пункты приема стеклотары, до затейливых, специально изготовленных руками искусного стеклодува.

Остановившись среди этого нагромождения света, железа и стекла, замечаю: в комнате я не один — со всех сторон меня окружают тысячи заключенных в стеклянные оболочки живых существ. Эти зеленые сантиметровых размеров карлики в упор разглядывают меня, пытливно изучают. И это любопытство к пришельцу, шагнувшему из январской стужи в теплоту, так понятно! Ведь все эти создания выросли не в поле — они не знают почвы, капель росы на листьях и жестоких ударов холода, им незнакомы туманы, многоцветье радуги, восходы и закаты солнца, нега его животворных

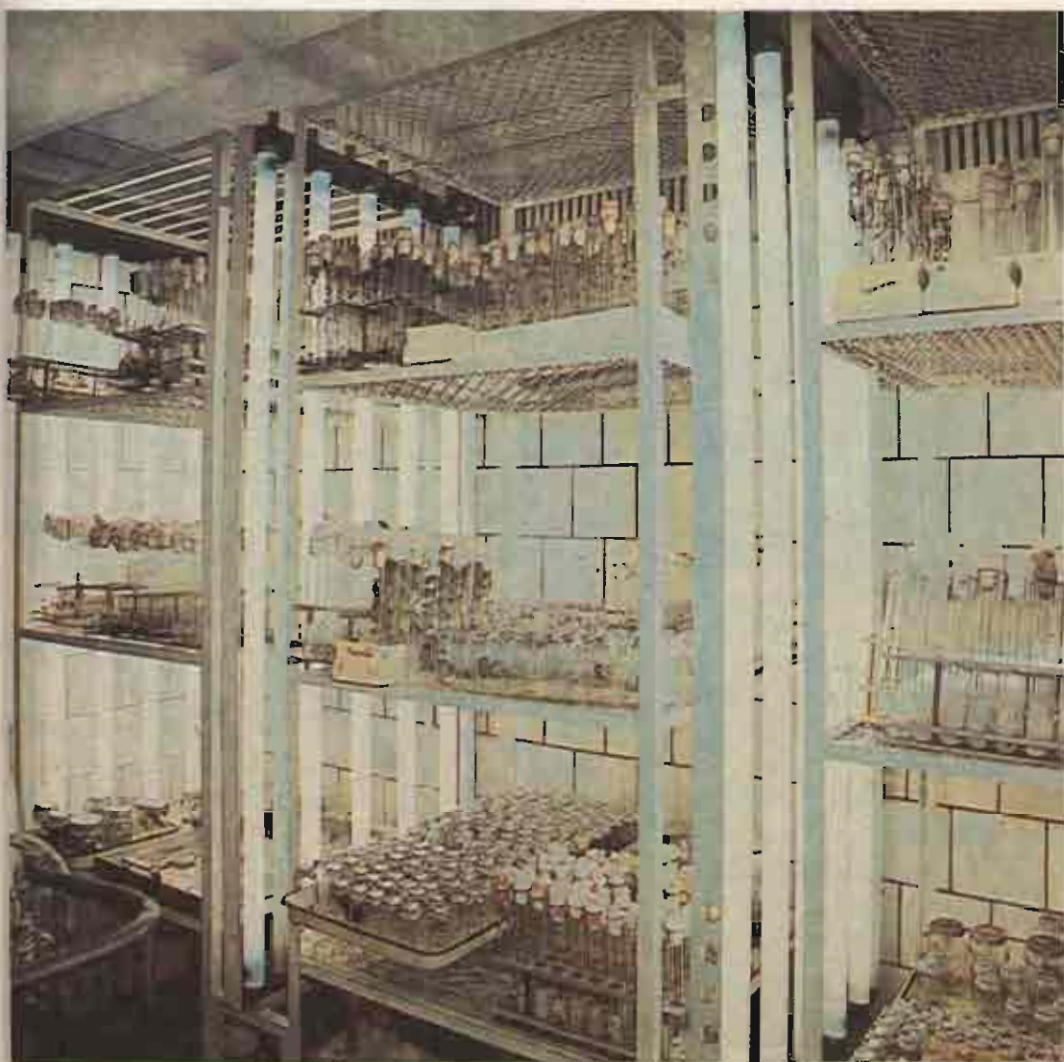
лучей. Эти ростки никогда не поливали не только июньские дожди, но даже лейка садовника, их не обдували ветры...

Эти растения — каприз фантазии гениальных инженеров. Они зачаты в пробирке, скомбинированы из одной или двух-трех родительских растительных клеток, росли в тепличной лабораторной обстановке и, верно, здесь же, так и не вырвавшись на свежий воздух, не укоренившись на грядке, не добравшись до рук селекционера, завершат свой краткий «экспериментальный» жизненный путь.

ЗНАКОМЬТЕСЬ: КЛЕТКОМАНЫ

Институт ботаники имени Н. Г. Холодного Академии наук Украины разбросан по нескольким районам Киева. Однако каждое утро

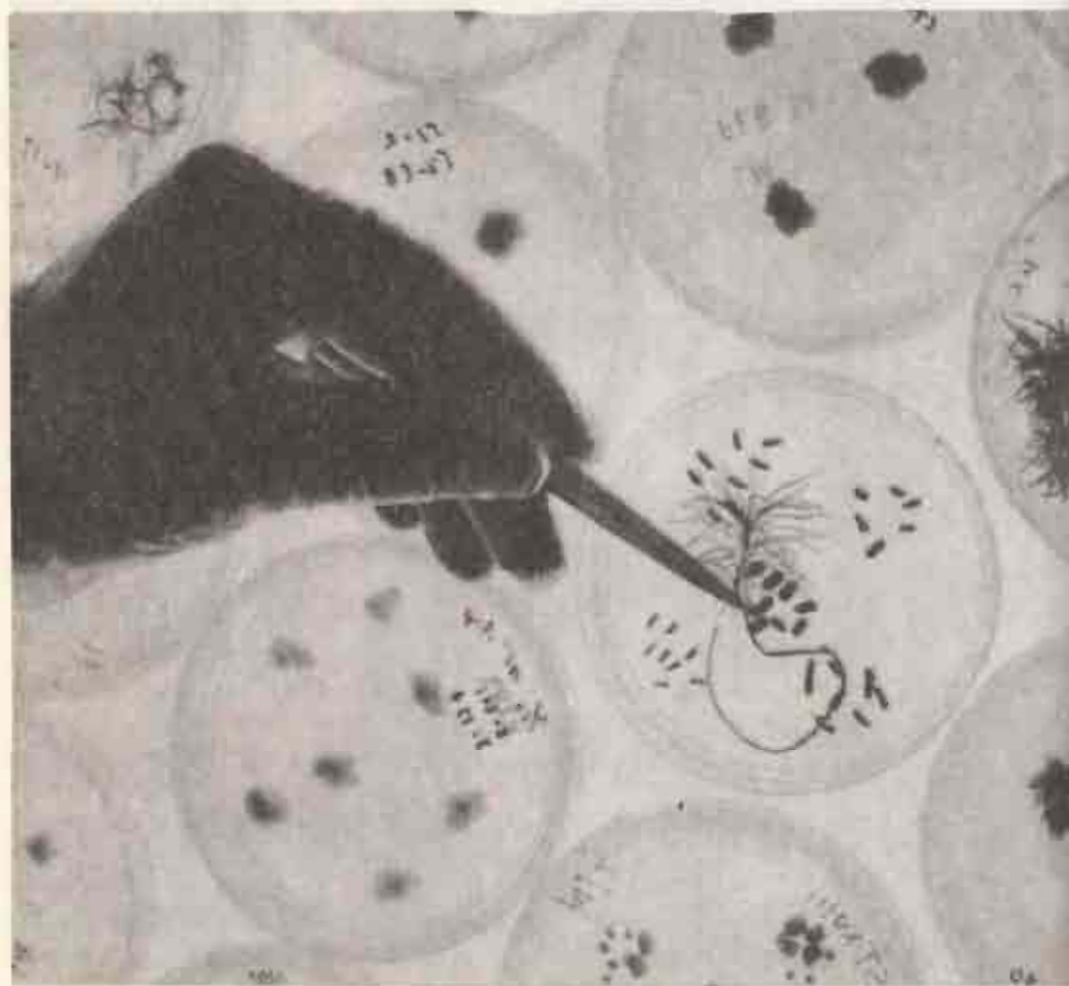
Камера фитотрона, где можно регулировать температуру, свет, влажность. Здесь-то и выращивают пробирочные растения.

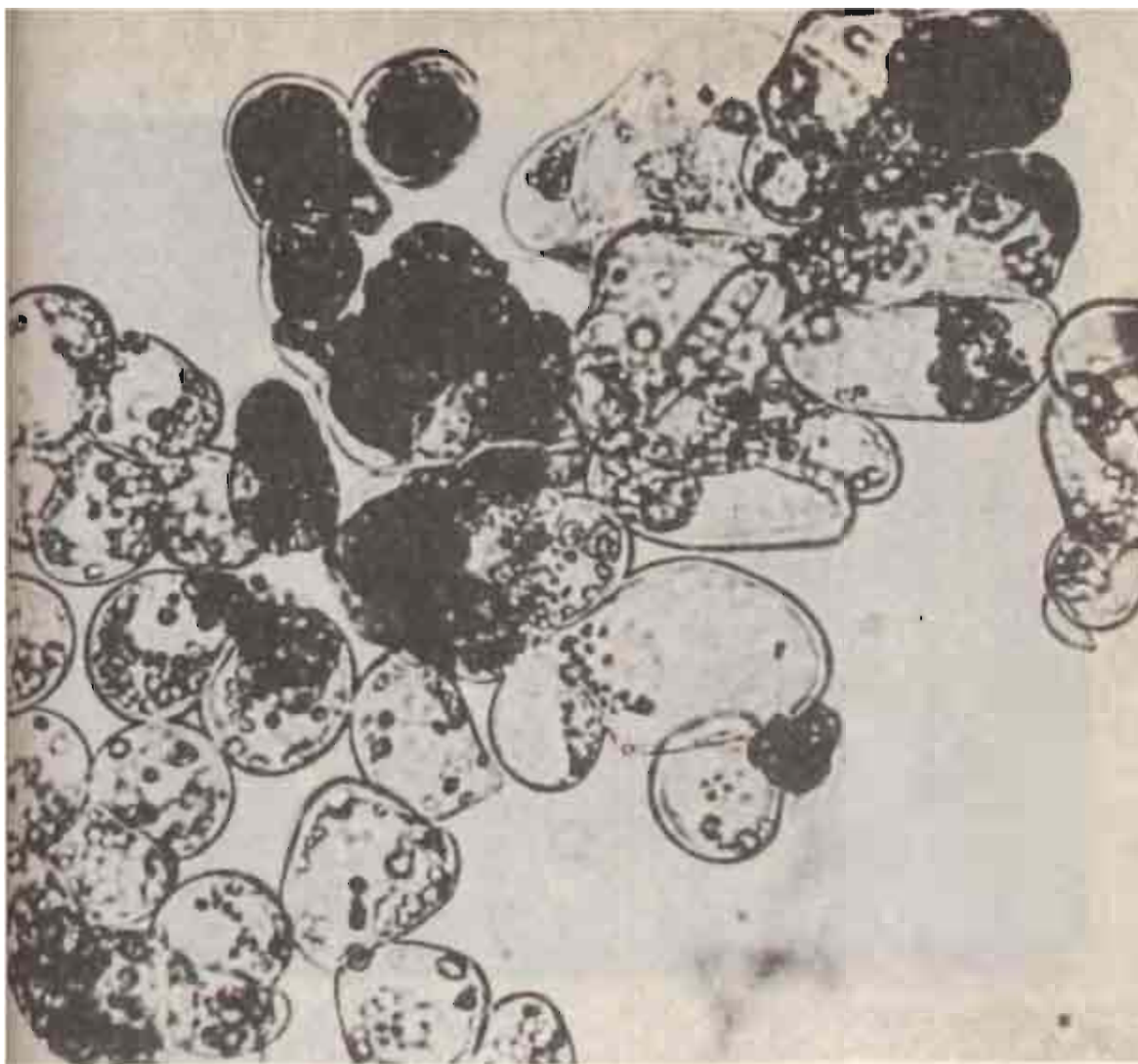


(начало 1988 года), покинув гостиницу, я выбирал все тот же маршрут. Транспорт мчал меня по заснеженным улицам туда, где за юго-западной окраиной города, за ВДНХ Украины, расположено местечко Феофания (когда-то тут действовал храм святого Феофания). Я добирался до Отдела цитофизиологии и клеточной инженерии (это основа будущего, есть проект Института биотехнологии АН УССР), двухэтажного, окруженного теплицами и садом здания, места, где клеточные инженеры ведут свой научный поиск. До Крещатика час езды, вместо обеда приходится гонять чай с бутербродами, рабочих, точнее, исследовательских мест явно не хватает — на такие условия могли согласиться только очень преданные науке люди, энтузиасты своего дела!

Отдел (утвержден в 1982 году) — молодой, быстро растущий научный организм. Как-то принялись определять средний возраст сотрудников — вышла цифра 32. И защиты тут идут в основном по

Методом клонирования можно быстро получать элитные образцы растений и затем испытывать их в естественных условиях.



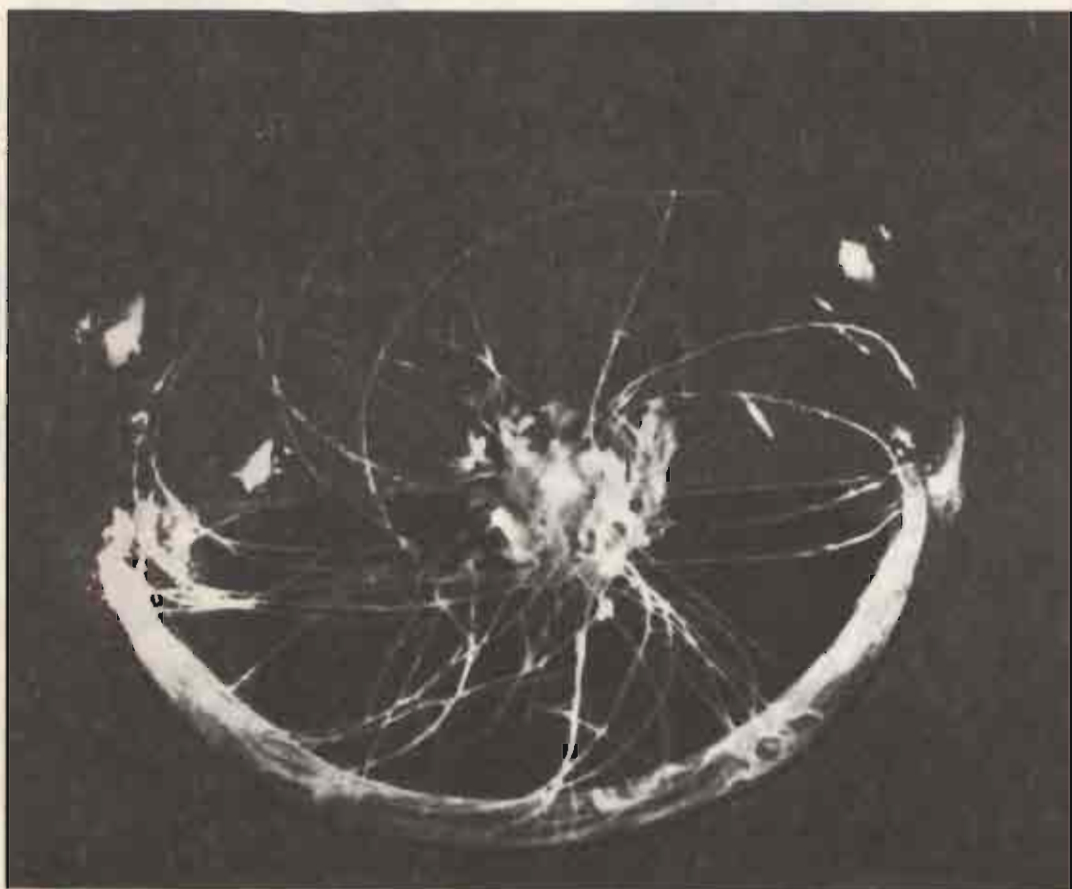


Растущая в жидкой питательной среде культура клеток маки.

написанным монографиям: клеточная инженерия только-только зародилась, обобщающие труды можно перечесть по пальцам, многие термины, такие, к примеру, как «трансмиссионная генетика», люди начали произносить совсем недавно, и нет твердой уверенности в том, что они приживутся в лексиконе ученых.

Душа отдела, его мозговой центр, средоточие всех надежд и планов, несомненно, Юрий Юрьевич Глеба. Стремителем научный взлет этого человека — путь от аспиранта до академика (в этом звании он утвержден в начале 1988 года, в возрасте 38 лет) он прошел всего за полтора десятка лет. К сожалению, поговорить с Глебой не удалось: он был в командировке, но рассказов о нем слышался я немало.

Этот ученый первым в нашей стране получил фертильные — способные дать потомство — клеточные гибриды растений. (Пробовал он и диковинные сочетания, соединял — из любопытства? озорства? — скажем, клетки табака с клетками... собственной гортани!)



Глебой — в соавторстве с его бывшим научным руководителем академиком Константином Меркурьевичем Сытником — написаны уникальные и по тематике и по изяществу, особой гармонии изложения материала книги. (Говорят, Глеба создавал их с помощью привезенного из ФРГ персонального компьютера.) Эти работы стали основным руководством для клеточных инженеров нашей страны, они цитируются во всех главных, выходящих за рубежом изданиях.

Глеба не только крупный ученый, он еще и удивительная личность, с тонким художественным вкусом. Родился на Западной Украине, в семье учителей, давших ему прекрасное воспитание. Эпиграфом к книге «Слияние протопластов и генетическое конструирование высших растений» он выбирает слова французского эстета, поэта-академика Поля Валери: «Мы подошли здесь к радостям конструирования» (цитата из «Введения в систему Леонардо да Винчи»); рассуждая о геной инженерии, вспоминает о полотнах жившего в средние века великого нидерландского живописца Хиеронимуса Босха, создавшего причудливые, фантастические, демонические образы химер — человекозверей и человеко-растений...

Мне рассказывали, что Глеба еще и гений коммуникабельности.

Объекты, выращиваемые
«в стекле»: слева,
(с. 160), на фотографии —
культура корней руты
бушистой в колбе,
в питательной среде.
Видно, что кроме
корневой массы
образуется и так
называемая каллусная
ткань (в центре), и
початки стеблей.
А здесь (с. 161) можно наблюдать
и развитие листьев.



Подобно Протею, он способен подобрать ключ к любой личности, любой индивидуальности, найти для каждого из своих сотрудников наилучшие условия для творчества и самоотдачи. Хотя он только начинает приоткрывать грани своего «я», и, по-видимому, только какой-нибудь Сартр или Камю или кто-то еще из прославленных экзистенциалистов был бы способен в полной мере оценить и описать иррациональную суть его истинной природы...

Что ж, удивляться тут нечему: необычность дела, которым заняты руководимые Глебой исследователи, требует и людей незаурядных.

Я бродил по коридорам Отдела, месту, где обычно положено висеть портретам седобородых основателей наук. Однако здесь, на стенах, я видел не лица, а... картофель, помидоры, колосья пшеницы — точнее, их многократно увеличенные микроснимки. Чаще всего это были большие гроздья живых клеток, плавающих в светло-голубой капле влаги. Запечатлены были и моменты слияния клеток: сбросив покрывавшие их защитные оболочки, они сливались вопреки всем законам природы. Мне пришло тогда в голову, что подобное событие, право, не менее волнующее, чем стыковка двух космических кораблей!

Я беседовал со многими сотрудниками Отдела и слышал не слова, обычные в устах селекционеров, — «гибридизация», «перекрестное опыление», «возвратное скрещивание», «селективное размножение», а термины совершенно нового типа: «культура клеток»,

«протоплазмовый синтез», «рекомбинация ДНК». Я внимательно приглядывался к этим одетым в белые халаты мужчинам и женщинам, вслушивался в их голоса — мне хотелось найти какое-то родовое свойство всех этих одержимых наукой людей. И однажды в сознании всплыло, как мне показалось, характерное, точное слово — «клеткоманы». Ведь это были не просто дети очень юной науки, которые научились конструировать живые игрушки и, еще не очень заботясь о пользе, играют с ними. Нет, то были истинные клеткоманы, которые и во сне должны были бы видеть процессы слияния клеток, их последовательное превращение в цветущие чудо-растения невиданных форм. Люди, способные субботним или воскресным утром (лучшее время для работы: народу меньше, нет обычной толкотни, можно собраться с мыслями) ехать в такую даль только для того, чтобы лишний раз включить противомикробную воздуходувку, чтобы под микроскопом следить за изменениями мозаики чужеродных хромосом.

Такую страсть можно понять: подобное занятие для кого-то может быть гораздо интереснее, чем даже сидение перед компьютерным дисплеем. Там — игра ума, а тут — биение пульса созданной тобой жизни. Похоже, что ты как бы берешь интервью у господ бога, вопрошаешь его, что он чувствовал, когда шел первый день творения, второй, третий?.. Самодовольство? Удивление? А может,

В специальных сосудах для клонального микроразмножения многочисленные побеги каперсов (слева) и растение, полученное из одного побега.



*Отделение протопластов
клеток листа от
клеточной стенки-
мембраны (увеличено
в 1000 раз).*



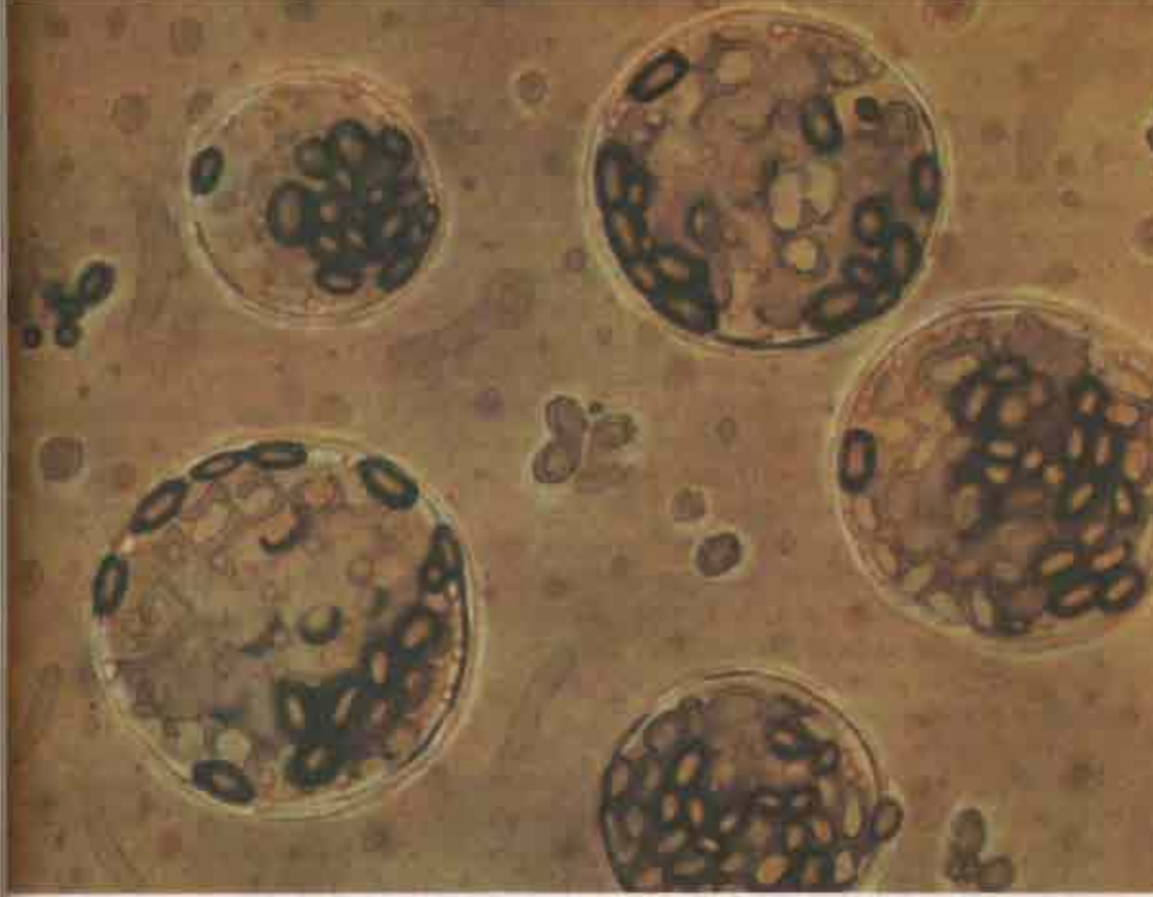
тревогу или страх от того, что созданное тобой уходит из-под контроля, начинает бунтовать?..

Понятно, привлекают и условия работы. Творец, говорят, действовал во тьме, лепил из хаоса, беспорядка, абсурда. А клеточный инженер? Светлая, чистая, с кондиционером, с развешанными по стенам репродукциями Ван-Гога комната. Тишина. Без грязи, прилипающей к сапогам, без хлещущих дождей, без всех этих рабочих атрибутов для тех, кто возится с растениями в поле; ты, словно раскинувший — в аквариуме? — сети рыбак, уверен: добыча не ускользнет от тебя, радость открытия, этот улов исследователя, обязательно попадет в твои руки...

СВЯЩЕННЫЕ ПИСЬМЕНА ЖИЗНИ

Как и во многих других отрядах Науки, в Отделе торжествует примат узкой специализации, действует мануфактурное разделение труда. Бок о бок трудятся биохимики, культуральщики, электронные микроскописты, цитологи и другие ученые-специалисты. Они пересчитывают гены, анализируют белки, растят ткани, делают микроснимки. Большая часть отдела так или иначе работает на анализ. И лишь крошечная группа из четырех человек, ею руководит сам Глеба, не имеет четкого названия, занята собственно «синтезом», находится на передовой, на самом ответственном и решающем участке сражения за НОВОЕ ЗНАНИЕ. Эти разведчики клеточной инженерии, истинные конструкторы клеток бросают вызов Природе, хотят превзойти ее в умениях и сноровке.

Беседую с Александром Николаевичем Околóтом, одним из



Сливание (верхнее левое фото), слияние (внизу слева) и образование растительных гибридов (фотография на с. 165) клеток бобов и сахарной свеклы.

членов поисковой группы, инженером. По полученным им методикам (он в Отделе с самого основания, с 1975 года, тогда была организована для Ю. Ю. Глебы лаборатория цитофизиологии и конструирования растительной клетки), по созданным им клеточным моделям уже защищена не одна кандидатская диссертация, а он до сих пор без степени. Поиск засасывает, не дает времени заняться бумажным копошением, да и достигнутая цель каждый раз представляется чем-то незначительным, второстепенным, малоинтересным, а вот — чисто альпинистский азарт! — белая снежная вершина впереди волнует и манит...

Сущность занятия Околота и его товарищей в том, что для гибридизации растений используются оголенные клетки (они зовутся протопластами), каждая имеет свою мембранную оболочку, их заставляют, особыми приемами, слиться в единый организм-клетку. Все экспериментальные манипуляции обычно ведут в прозрачной (стекло), размером и формой с баночку от ваксы, чашке Петри. Ее дно заполнено агар-агаром — веществом типа желатина (внешне оно похоже на холодец, на сероватый кисель). Эта как бы «почва» имеет всё необходимое для жизни клеток: минеральные соли (до 30 компонентов), витамины, питательные вещества.

Околот показывает мне микрофотографии исходных клеток и результаты их гибридизации: «Это атропа, или белладонна, что в переводе с итальянского значит «прекрасная дама, красавица»; по-русски же мы зовем это растение красавкой. Обратите внимание, какие у этой клетки мелкие хромосомы. Эти единицы наследственности гораздо более крупные у партнера красавки по парасексуальной гибридизации — у клетки табака... А теперь взгляните на гибридную клетку атропы и табака...»

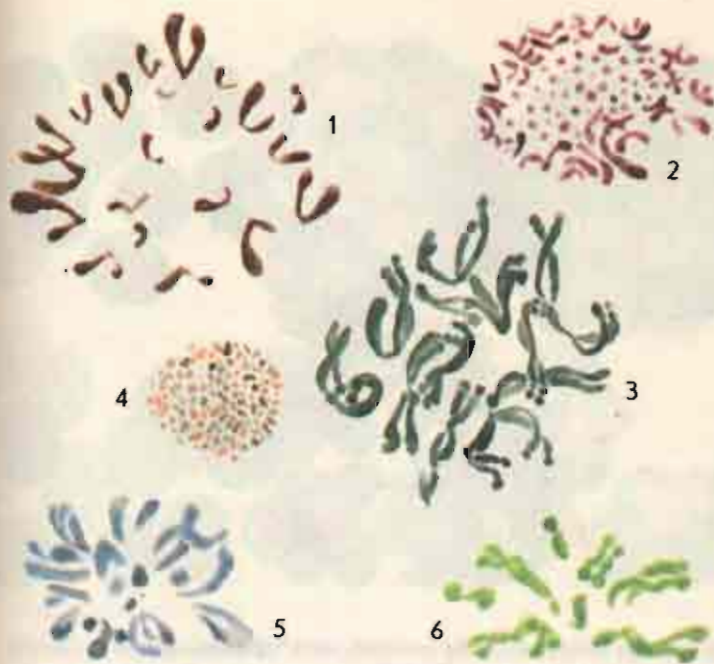
Я вижу прихотливое смешение мелких и крупных хромосом, эти семена жизни, ее священные письма. Картина чем-то напоминает китайские иероглифы или, точнее, арабскую вязь, с той разницей, что тут зашифровано не одно какое-то слово или понятие, а вся жизнь гибридного растения.

Почти спортивная цель, заветная мечта каждого клеточного конструктора — получить гибриды растений, как можно дальше отстоящих друг от друга, имеющих (отдаленная гибридизация) как можно меньшее родство. Добиться того, что ни Природе, ни селекционерам вообще недоступно.

Растительное племя ученые делят на подотряды, именуемые «видом», «родом», «трибой», «семейством», «порядком» (соответствует «отряду» у животных), «классом», «царствами»... Уже получены межродовые гибриды картофеля с томатом, межтрибные — атропа с табаком, арабидописис* с турнепсом, дурман с белой, сыть с морковью (отметим, что межтрибные и выше гибриды классической селекции совершенно неподвластны), межсемейственные — соя с сизым табаком. Биохимический и цитологический анализы подтвердили: сконструированные клетки оказались истинными гибридами, у них имелись хромосомы обоих родителей, они синтезировали характерные белки. Однако, как правило, довести эти «зародыши» растений до корней, до цветения, до полноценных плодоносящих растительных форм пока не удастся. Пока это всего лишь наработка методик, накопление конструкторского опыта.

«Мы хотели сразу перепрыгнуть через несколько ступеней, — говорит Околот. — Взялись за межклассовую гибридизацию, попытались соединить лук с табаком. К сожалению, органические связи между чужеродными хромосомами не установились, хромосомы не удваивались, а рвались при делении клетки... Успехи за рубежом? Примерно те же. Венгерские исследователи, к примеру, получили гибриды моркови с табаком. Нобелевская премия? Ее, думаю, дадут только за наиболее важный для человечества объект — за улучшенные, доведенные до самовоспроизводящихся растений гибриды пшеницы...»

* Арабидописис — трава, которую ученые прозвали «ботанической дрозофилой». Она — излюбленный объект для экспериментов в космосе, ибо время развития растения от семени до семени составляет всего 30 суток.



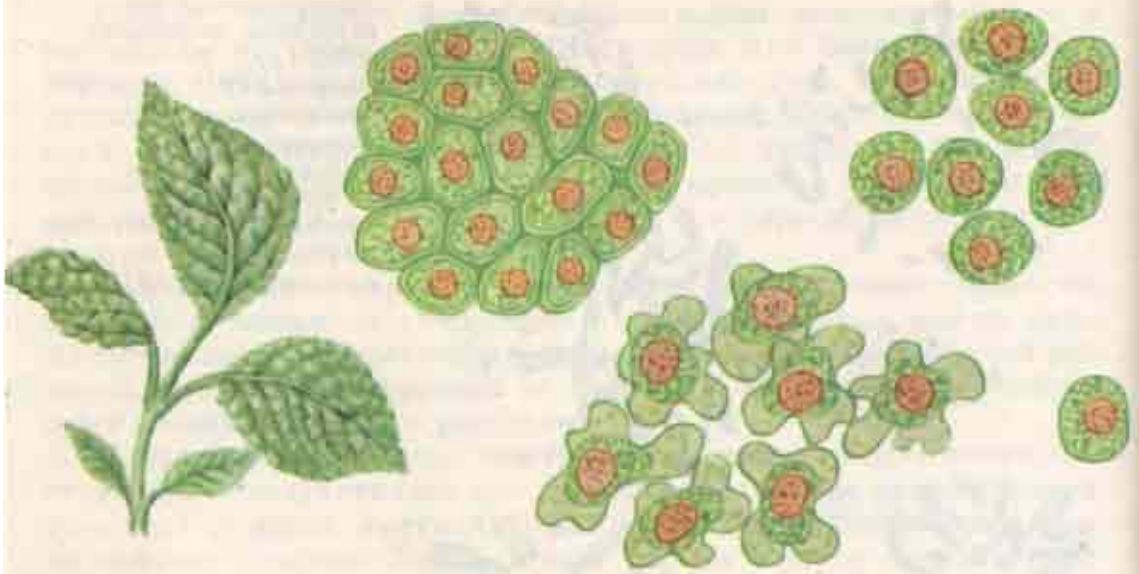
Хромосомные наборы различных организмов: жабы (1), амебы (2), личка паратубероза камчатика (3), лютика (4), одного из прямокрылых насекомых (5), растения из семейства сложноцветных (6).

«СТОРОЖЕВЫЕ» ГЕНЫ

Больше всего мне довелось беседовать с кандидатом биологических наук Михаилом Константиновичем Зубко. В каждом коллективе есть такой человек, умеющий просто и доходчиво объяснить суть своей профессии любому: и залетному корреспонденту газеты, и странствующему иностранцу, и лазутчику-визитеру из смежной научной области.

В школе (украинский город Бахмач) Михаил Зубко биологии не признавал, собирался стать журналистом. Но в девятом классе биологию стала преподавать (на русском языке, что было необычно) новая учительница, сразу же обозвавшая Зубко ламаркистом (Ламарк — выдающийся французский естествоиспытатель). Ее увлеченность предметом имела последствия — Михаил поехал в Киев поступать на биофак КГУ, и уже на первом курсе университета, как натура страстная, активная, стал бродить по лабораториям, искать наиболее увлекательную область бионауки. Вначале хотел заняться изучением рака, но, увидя, как в интересах науки режут белую мышь, очень огорчился и решил переключиться на растительную тематику. На какое-то время увлекся фотосинтезом, затем — молекулярной биологией, но однажды его познакомили с Юрием Юрьевичем Глебой — очень молодой человек сидел на полу и неторопливо чинил дистиллятор...

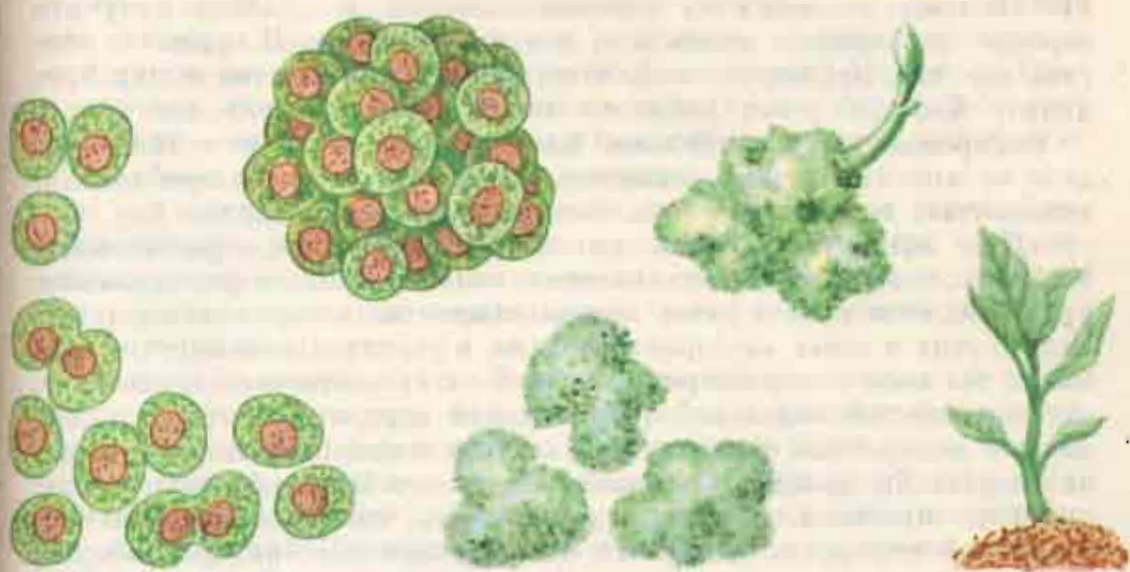
М. Зубко высок, худ, порывист, то вдруг замолкает — кажется, потерял всякий интерес к разговору, — то начнет захлебываться словами... Михаил поведал мне о многих тайнах клеточной инженерии, познакомил со многими ее чудесами. Одно из них — в любой клетке



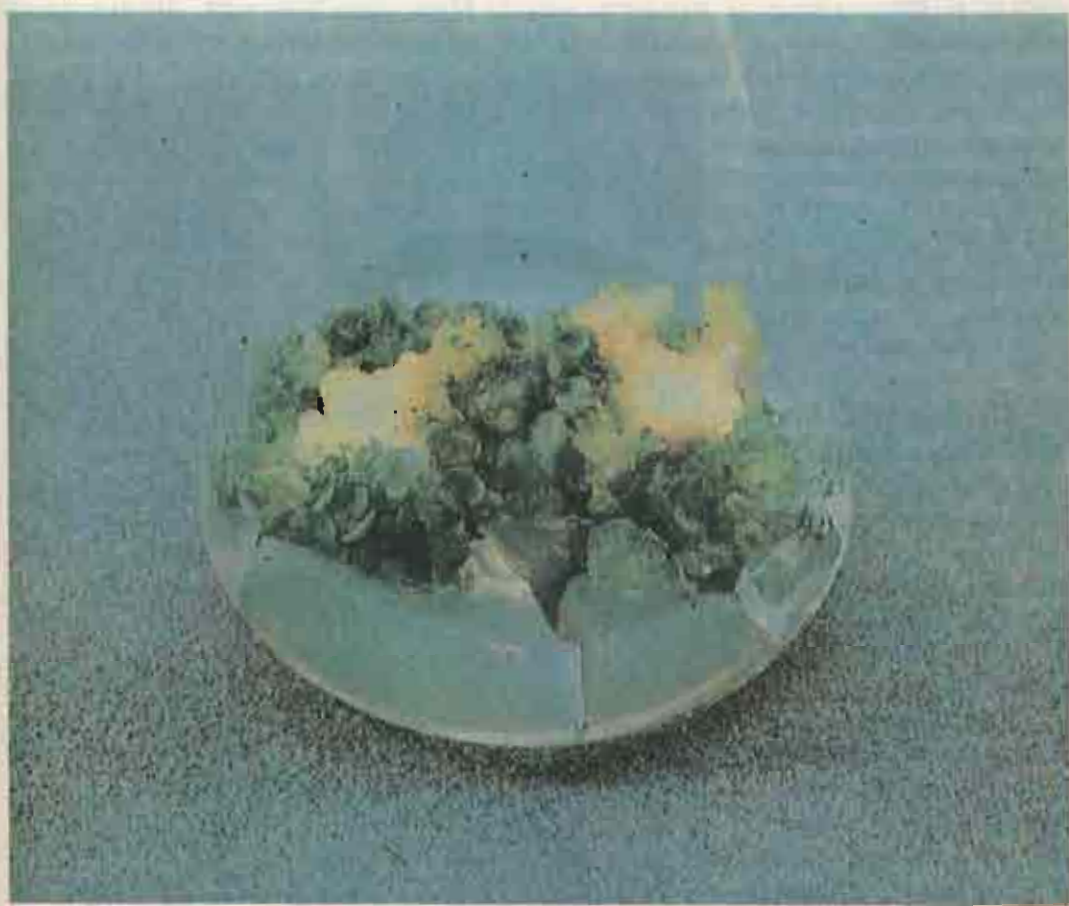
На рисунках показаны стадии процесса клонирования картофеля. Лист взрослого растения дробится на протопласты. Каждый из них в специальных культуральных средах дает начало колонии клеток — каллюсов (изображены в виде комочков), способных развиться в растеньице, которое и высаживают в почву. Так из одного листа можно получать тысячи полноценных растений.

листа, тычинки, пестика и так далее хранится полная информация о том, как растение должно развиваться, цвести, плодоносить... Все эти фазы развития — полный цикл требует примерно пять месяцев — исследователи умеют воспроизвести, получив в итоге зрелое растение с листьями, корнями, цветами и плодами. Не какую-то там растительную недоделку или калеку!.. А вот с животной клеткой так не получается. Точнее, до двух недель все идет вроде бы нормально, клетки исправно делятся и лишь в тот момент, когда должна начаться дифференцировка тканей, все стопорится. Чего животным клеткам не хватает? Контакта с материнским организмом, общей кровеносной системы, общего газообмена, того, чтобы зародыш сделался частью, получающей от матери на каждом этапе своего развития гормональные и иные стимулы...

«Размышляя в университете над этой проблемой, — вспоминает М. Зубко, — я решился на такой опыт: взял куриное яйцо, систему вроде бы абсолютно автономную, лишил его скорлупы, вылил содержимое в сосуд и стал наблюдать, как события начнут развиваться дальше. И вначале все шло более или менее нормально. Пока не пришел черед образованию кровеносной системы зародыша. Тут-то и выяснилось, что скорлупа зародышу очень нужна. Она служит и опорой — так плющ карабкается по стене здания, цепляется за нее, — и мембраной, обеспечивающей особый режим дыхания... Моя затея обмануть природу, выпестовать птенца из лишенного скорлупы яйца провалилась. Теперь вы должны понять, отчего в ис-



Начало образования, в колбе, на питательной среде, многочисленных побегов из культивируемых клеток табака. ▼



кусственных условиях из животной клетки не удастся получить взрослое животное — мышь или, допустим, собаку. И огромное счастье для нас, исследователей, что с растениями тот же номер проходит. Хотя и этого добиться порой бывает очень нелегко...»

Воспроизвести из отдельной клетки целое растение — такая задача во многих случаях решается, но гораздо сложнее проблема — «сплавить», «срастить» гены, создав диковинный гибрид.

«При обычном половом способе скрещивания, — рассказывал М. Зубко, — дает себя знать несовместимость органов размножения растений, есть еще и гены несовместимости, «сторожевые» гены. Если б этих и иных «заборов» не было, в растительном царстве возникли бы хаос и неразбериха. Если б не существовала ювелирная отделка каждой отдельной растительной структуры, что отделяет данный конкретный тип растений от всех остальных, земная флора не создала бы высших растений, эти высочайшие образцы эволюционного процесса. Стоит ли удивляться, что пока в результате клеточной хирургии чаще всего мы получаем создания разной, так сказать, степени инвалидности. Природа свои неудачные поделки безжалостно убивает, а человека ради их необычных свойств щадит. Гениальные дети обычно отличаются хрупким здоровьем, очень ранимы и физически и нравственно... Природа никогда не подарит нам помесь слона с амебой, мы же надеемся когда-нибудь соединить, например, мох с рожью. Выйдет монстр, уродец? Не беда! Ведь мы получим богатейшую научную информацию, начнем осознавать пределы возможностей клеточной инженерии, ее диапазон на данный момент развития нашей науки. Да и вообще, уродство... красота... Все эти категории зыбки, условны: к любому новшеству мы привыкаем не сразу, и аномалия, отклонение от нормы могут постепенно превратиться в высшее изящество и совершенство!..»

ВЕЛОСИПЕД С КРЫЛЬЯМИ

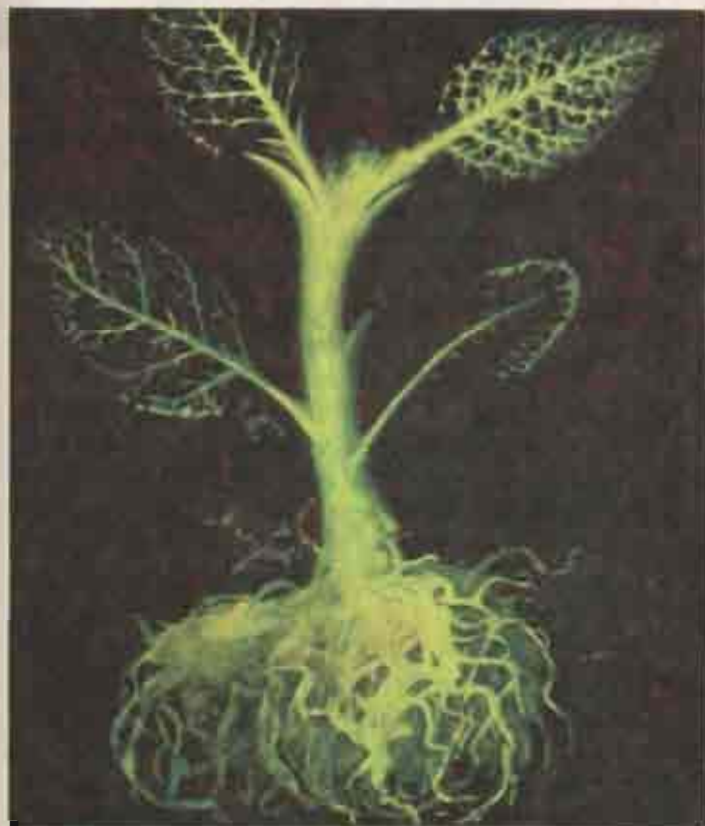
М. Зубко ставит на стол несколько растений. Вижу удивительное, совершенно белое растение — альбинос, рядом — нормальный зеленый росток, чуть поодаль — странная помесь: на стебле белые листья прихотливо чередуются с зелеными, есть и «покрашенные» частично в белые, частично в зеленые тона. Михаил объясняет, что можно было бы скроить и зелено-бело-красную мозаику листьев. К чему такой маскарад? Так легче визуально, без хитрых анализов, отбирать нужные экспериментатору формы от «бракованных».

Если взять клетку и повредить в ней один из генов, ответственных за биосинтез хлорофилла, образование этого зеленого пигмента прекратится — так можно вырастить в пробирке белое бесхлорофилльное растение. В природных условиях оно обречено, ибо в нем не образуется главный продукт фотосинтеза — углеводы. Однако в пробирке, в питательной среде, щедро «удобренной» сахарозой

или фруктозой, белое растение чувствует себя как ни в чем не бывало. А теперь берем клетки белого и зеленого растения, соединяем их. Как убедиться, что получен истинный гибрид? По цвету. Очевидно, чисто белые и чисто зеленые экземпляры пошли либо в «папу», либо в «маму», полноценный же гибрид выдает смешанная окраска листьев, ее бело-зеленая пестрота...

К той же серии маркировочных опытов относится и такой. Генные инженеры взяли светлячка и выделили из него гены, обуславливающие свечение. Затем их встроили в клетку табака. И — поразительно — табак стал вырабатывать люциферин, растение светилось в темноте!

Когда начинаешь размышлять о клеточной инженерии, ее успехах, в сознании в первую очередь тотчас же всплывает факт получения учеными гибрида картофеля и томата (в 1978 году, при сотрудничестве датской и западногерманской группы исследователей). Этот гибрид не знаешь как и назвать: «поматом», «помитофелем», «картомидором»? Диво дивное! Неужто создано растение, способное одаривать нас летом помидорами, а осенью — картошкой? Увы! Хотя такое растение и сконструировано, пока оно бесплодно и остается не более чем лабораторным курьезом: никаких полезных признаков — ни клубней картофеля, ни помидоров — растение не выказывает.



Растение табака, клетки которого имеют ген люциферазы светлячка, светится в темноте, если его полить раствором, содержащим люциферин (при фотографировании продолжительность экспозиции фотопленки составляла сутки, 24 часа!)

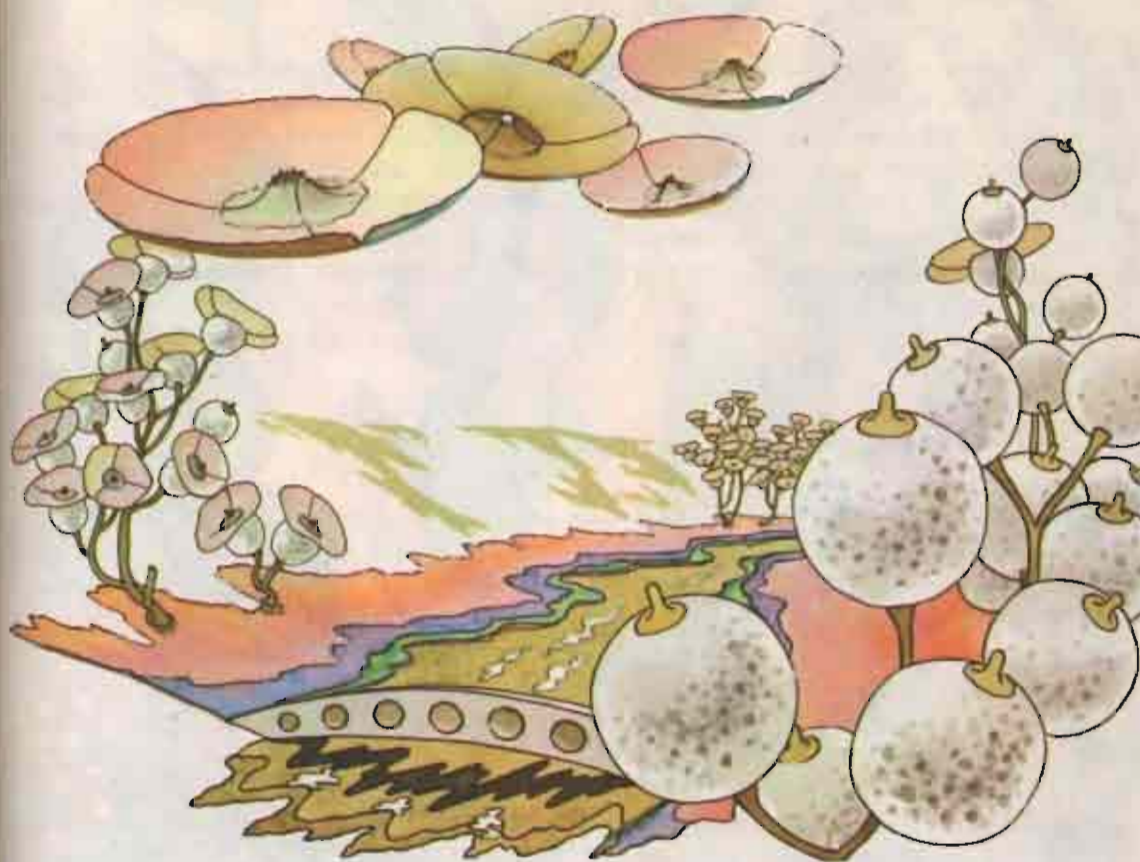


Исчезающие деревья-чаши, растения и ручья (по мотивам фантастической повести С. Лема «Эдем»).

— Этот пример характерен. Иллюстрирует непонимание реальных возможностей клеточной инженерии, — говорит М. Зубко. — Логика природы и логика человека различны. Когда художник смешивает желтую краску с синей и получает на палитре зеленый цвет — это никого не удивляет. Но, слив воедино клетки капусты и редьки, мы отчего-то уверены, что обязательно будем иметь и капустные листья и съедобный корнеплод. Желаем, но вынуждены довольствоваться гибридом, который, к нашему огорчению, отчего-то утерял сразу и капустные и редечные свойства. А стоит ли этому удивляться? В известной басне Крылова лебедь, рак да щука тянут в разные стороны — и воз топчется на месте. И в экспериментах с капустой-редькой и картомидором происходит, кажется, то же самое. Помитофель?

Что ж, возможно, в конце концов он будет получен, но должны пройти годы исследований, должно возникнуть настоящее понимание законов, по которым хромосомы различных видов соединяются при клеточном слиянии. А сразу, с первой попытки многого не добьешься.

— Выходит, надо постепенно убедить Природу, что ей не чужды



не только томаты и картофель, но и их экзотическое сочетание — дважды плодоносящий помат? — спрашиваю я.

— Что-то в этом роде. А сейчас мы словно бы пытаемся скрестить мотоцикл с трактором и ждем, что результирующий гибрид будет и стремителен, как мотоцикл, и силен, как трактор. По-видимому, в организм растения необходимо дополнительно ввести какие-то небывалые свойства, зарядить его мощным биологическим потенциалом. Ныне возможности биоконструкторов еще очень ограничены. Как бы это понятней пояснить? Мы можем, к примеру, взять велосипед и его педаль заменить чем-то, что выполняло бы ту же роль, роль рычага. Или руль велосипеда: его можно причудливо изогнуть или, скажем, сделать круглым, как у автомашины. И там и тут перемены малосущественны, фактически всякий раз мы получаем после дизайнерско-конструкторских манипуляций все тот же велосипед.

— Значит, велосипед с крыльями — пустая мечта, научная небылица?

— Кто знает! Абсолютного запрета на создание крылатого велосипеда нет. Вопрос только в том, как должен выглядеть тот приводимый ногами в движение «мотор», который поднимет велосипед к облакам. И видимо, подобные задачи станут нам под силу, когда мы поймем, как функционируют уже не отдельные гены, а их

большие комплексы, генные ансамбли. Трудность тут, как выясняется, в том, что любая произвольная перестановка генов нарушает слаженную работу всего ансамбля, и потому нежелательна. Кроме того, необходимо сделать так, чтобы вся генная структура была встроена в подходящее геновое окружение, в особую геновую среду. Показательна здесь такая аналогия. В сое удалось найти и выделить гены, обеспечивающие образование аминокислот. Эти гены встроили в клетку табака. И табак начал — ура! ура! — продуцировать белок, но... в мизерных количествах, в сотни тысяч раз меньших, чем это делает соя...

ГОЛУБАЯ... ПШЕНИЦА

Здание президиума Академии наук УССР расположено в центре Киева, недалеко от Крещатика. Оформив пропуск, поднимаюсь в приемную. Надежда Анатольевна, секретарша вице-президента (отделение биологии) представляет меня Константину Меркурьевичу Сытнику, который одновременно является и директором Института ботаники. Беседуем. К. М. Сытник рассказывает, какую пользу для селекции культурных растений приносят разработки клеточных инженеров:

«Недостатки традиционной селекции известны. Скрещивание возможно только между филогенетически близкими растениями. Это ограничение настолько «въелось» в сознание селекционера, что ему и в голову не приходит мысль об использовании донора нужных генов из другого рода, а тем более трибы или семейства. Клеточная инженерия многое изменит в этом стереотипе. Кроме того, теперь, экономя массу времени, поиск нужных мутантов можно вести уже не в поле, а в стенах лаборатории — пара квадратных метров, которые порой отводятся под наши опыты, соответствует простиранию до горизонта полям, — дав селекционеру практически готовый «продукт», полуфабрикат, требующий только полевой обкатки. Приемы клеточной селекции настолько эффективны, что, по нашим подсчетам, одна лаборатория со штатом из нескольких сотрудников в состоянии обеспечить нужды крупного селекционного центра...»

«Одна из важных задач, — говорит далее Константин Меркурьевич (отметим, что в 1984 году за успешную разработку фундаментальных основ клеточной генетической инженерии растений ряд сотрудников Института ботаники во главе с К. М. Сытником и Ю. Ю. Глебой были удостоены Государственной премии СССР), — гибридизация культурных и диких видов. Дикарь мало привлекателен по своим пищевым качествам (природа не стремится создавать очень вкусные яблоки: они будут быстро съедены зверьем, людьми, шанс на выживание у таких яблонь невелик), зато он

◀ *Растения-димеры — это фантазия художника.*



Перенос генов на растения различных видов обычно осуществляется при помощи бактерий *Agrobacterium tumefaciens*. Первая стадия, ее основные этапы изображены на рисунке слева. — выделение полезного гена (условно помечен красным цветом) из растения, допустим, одуванчика, и встраивание его в Ti-плазмиду агробактерии. Затем (рисунок справа) надрезанный лист того растения, в которое требуется перенести ген одуванчика, заражают бактериями, полученными на предыдущем этапе, они проникают в клетки листа через надрезы. Так образуются генетически модифицированные клетки, а уж из них методами клеточной инженерии удастся получить взрослые растения, к примеру сою, с полезными свойствами.

генетически устойчив к различным возбудителям болезней, вирусам, грибкам, более вынослив к воздействию погодных зигзагов и так далее. Но беда в том, что при скрещивании дикий сорт, этот варвар, как тип более сильный, «забивает» культурное, «цивилизованное» растение. И только методами клеточной селекции удастся пересадить пужные гены дикаря в ядро культурного растения, не утерев всех его ценных качеств.

Профессия клеточного инженера сродни искусству, — продолжает ученый. — Вот рядом два исследователя, они используют одни и те же методики, те же приемы работы, приборы. И объект наблюдения у них один и тот же — и все же у одного дела ладятся, другой же терпит неудачу за неудачей: клетка словно бы чурается исследователя, не доверяет ему, не идет навстречу... Другой момент, который необходимо также подчеркнуть, то, что клеточная инженерия прокладывает пути к качественно новому способу производства пищи — биотехнологии. Агротехнологии очень зависят от погоды, организованности людской, умелости руководства. Многое надо «подстегивать», и в ход идут лозунги: «Сейте в срок!», «Соберем урожай без потерь!» и так далее. Но вряд ли когда-нибудь мы увидим надписи вроде: «Биотехнологи, увеличивайте количество гормонов!», ибо заранее предполагается: то, что наука на данный момент способна сделать, реализовано в биотехнологическом реакторе и никак не зависит от людского произвола...

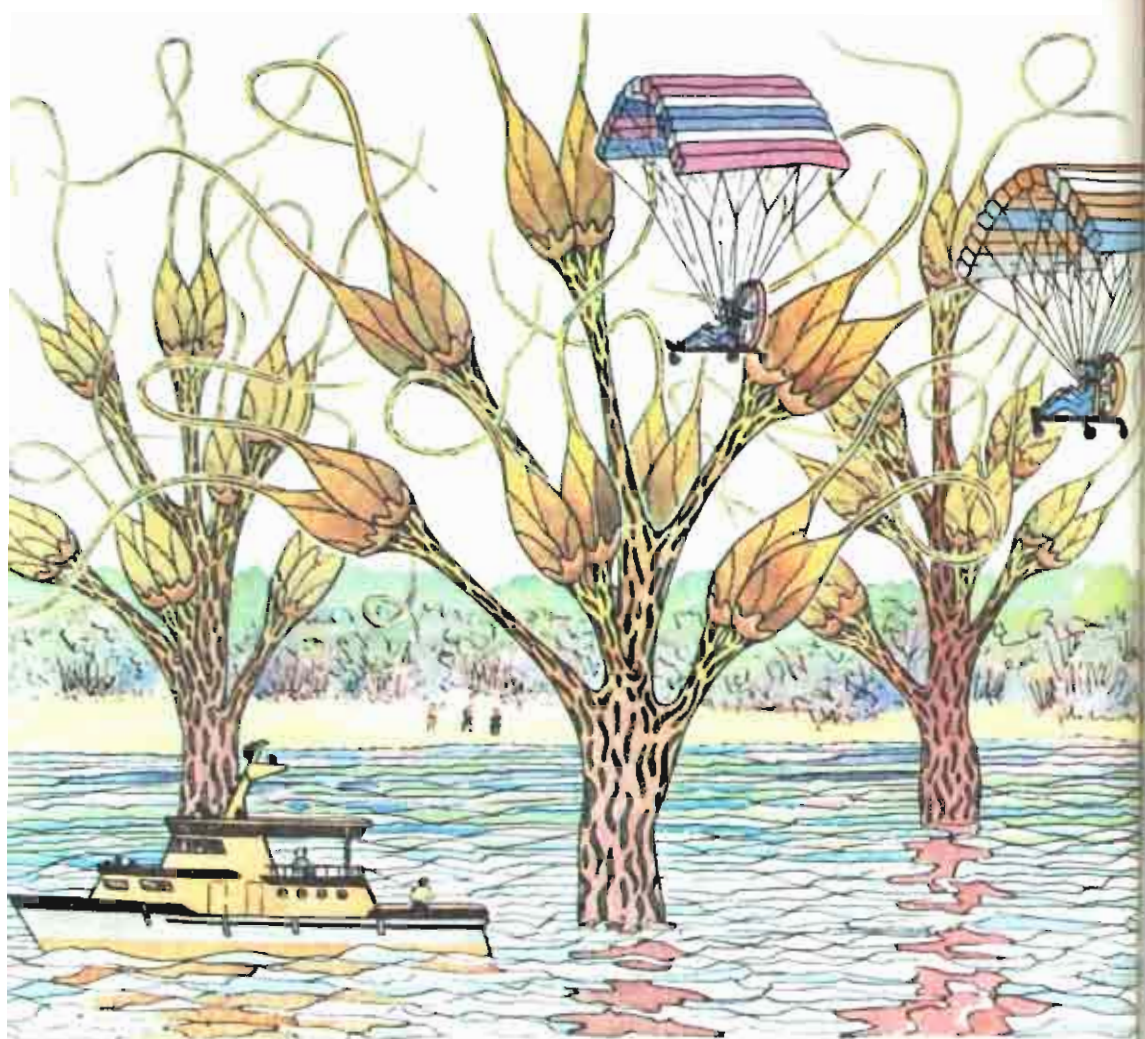
К. М. Сытник поведал мне и о последних успехах клеточной



инженерии. Соматическая гибридизация завоевала прочные позиции в семействе пасленовых, важном для человека отряде растений, куда входит картофель, томат, табак, перец, баклажаны. Усилиями ученых всего мира искусство выращивания растений из одной клетки распространено на такую важнейшую культуру, как кукуруза. Есть надежда, что в ближайшие годы сюда добавятся и бобовые. И лишь представители семейства злаковых — растений для планеты номер один — никак не уступают атакам науки. Трудности? Они в чисто эмпирическом характере поиска условий культивирования клеток. Очень не просто найти то единственное сочетание минеральных солей, углеводов и стимуляторов, способных заменить для клетки утраченный родительский организм: тут необходимо перепробовать миллионы вариантов.

Деревья-грибы (фантазия).





Хлебные деревья (фантазия).

В фантастическом романе братьев Стругацких «Второе нашествие марсиан» упоминается голубая пшеница. Столь же, по сути, необычную пшеницу мечтают создать клеточные конструкторы. Прежде все их опыты давали результат отрицательный.

И сотрудница Отдела Надя Матвиенко несколько лет билась над той же задачей. Силошные огорчения. Она извелась, стал портиться характер. Но сейчас... Я много раз в комнатах, коридорах Отдела встречал веселую, полную жизни, смешливую молодую женщину. Мне говорили, работает она с утроенной энергией. Объяснение этих метаморфоз? В ее руках протопласты пшеницы слились и начали наконец делиться. Ни у кого это не получалось, а у нее выходит! Пусть это лишь один из великого множества сор-

тов пшениц, может быть не самый лучший. Пускай это лишь начало цепи дальнейших мучительных поисков. Лед тронулся!.. Пшеница «покатилась»! Первый шаг сделан...

И снова утро. И вновь, выйдя из гостиницы, я, подобно нескольким десяткам клеточных инженеров, собирающихся в Отдел из разных районов Киева, спешу в одетую снегами и льдом, с застывшими в садах деревьями, Феофанию. Зажигается свет в комнатах, включаются воздуходувки, микроскопы, центрифуги, готовятся питательные смеси, идет разгонка хромосом электрофорезом, листаются биохимические и цитологические справочники... Начинается работа — одновременно и будничная и праздничная. Ведь здесь в причудливых, созданных волей и фантазией экспериментатора стеклянных карликовых садах происходит очередное свидание ИССЛЕДОВАТЕЛЯ не только с КЛЕТКОЙ, хранительницей всех тайн жизни, — свидание, которое может принести и ощущение досады, и радость большого открытия. Нет, тут все гораздо значительнее: при этих встречах происходит свидание исследователя с МЕЧТОЙ. И долгая череда таких встреч вершит судьбу не только отдельного человека, исследователя, или даже одной из биологических наук, — эта благородная, упорная, ценсовая работа, возможно, скажется и на судьбе всего человечества, всей цивилизации в целом.





Надо иметь вялый, ограниченный и нетребовательный ум, чтобы удовлетворяться тем, что есть. Как случилось, что зрители мира до сих пор еще не крикнули: «Занавес!», не потребовали следующего акта с другими существами вместо людей, с другими формами, другими празднествами, другими растениями, другими светилами, другими выдумками, другими приключениями?

ГЕ ДЕ МОПАССАН

«Чтобы сделать ЭЛИКСИР МУДРЕЦОВ, называемый ФИЛОСОФСКИМ КАМНЕМ, возьми, мой сын, ФИЛОСОФИЧЕСКОЙ РТУТИ и накаливай, пока она не превратится в зеленого льва. После этого накаливай сильнее, и она превратится в красного льва. Кипяти этого красного льва на песчаной бане в кислом виноградном спирте, выпари продукт, и ртуть обратится в каменное вещество, которое можно резать ножом. Положи его в замазанную глиной реторту и медленно дистиллируй.

Собери отдельно жидкости различного состава, которые появятся при этом. Ты получишь недействительную жидкость, спирт и красные капли. Кимврийские тени покроют реторту своим темным покрывалом, и ты найдешь внутри ее истинного дракона, потому что он пожирает свой хвост. Возьми этого черного дракона, разотри на камне и прикоснись к нему раскаленным углем. Он загорится и, приняв тотчас великолепный лимонный цвет, воспроизведет снова

зеленого льва. Сделай, чтоб он пожрал свой хвост, и дистиллируй снова продукт. Наконец, мой сын, очисти заботливо, и ты увидишь появление жгучей воды и человеческой крови...»

В таких вот словах и выражениях средневековый алхимик Рипле описывает получение «эликсира мудрецов».

Когда на семинарах, конференциях, симпозиумах слышишь выступления, доклады молекулярных биологов, когда видишь, как биоинженеры священнодействуют в своих лабораториях, то таинственность терминологии, туманность их речений, загадочность действий — все это заставляет постороннего наблюдателя вспомнить о временах алхимиков. Но сильно ошибется тот, кто назовет молекулярных биологов **СОВРЕМЕННЫМИ АЛХИМИКАМИ**. Нет, они достойны другого имени, их следует называть **ХИМЕРОЛОГАМИ**. И вот почему.

АРХИЗОЛОТО, СУПЕРСЕРЕБРО?

*Семь металлов создал свет,
По числу семи планет:
Дал нам Космос на добро
Медь, железо, серебро,*

*Злато, олово, свинец...
Сын мой! Сера их отец!
И спеши, мой сын, узнать:
Всем им — ртуть родная мать!*

из записок алхимика

Наставления Рипле, которые мы цитировали, вовсе не являются мистической тарабарщиной, абракадаброй. Все эти малопонятные словеса можно, оказывается, перевести на язык современной химии. Выясняется, что здесь дан перечень химических процессов, происходящих при нагревании свинца («философической ртути») на воздухе, растворения полученного сурика в уксусной кислоте и сухой перегонке уксуснокислого свинца. При этом последовательно и образуются окись свинца зеленого цвета («зеленый лев»), красный сурик (PbO , PbO_2 — «красный лев»), уксусно-свинцовая соль, ацетон и вспыхивающий от пламени порошок — «дракон, пожирающий свой хвост»...

Истинные чудеса алхимии в другом. Алхимики подарили человечеству мечту о **ПРЕВРАЩЕНИЯХ**, желание изменять косную, инертную материю, творить ее по своему желанию и разумению, вмешиваться в вековечные, медленно идущие природные процессы.

Алхимики верили, что в глубинах земли под влиянием тепла сначала образуются «несовершенные» металлы, затем они постепенно «созревают», облагораживаются и в конце концов превращаются в «совершенный» металл — золото.

А нельзя ли ускорить «созревание» металлов искусственным путем? Это простое соображение и легло в основу бесчисленных попыток «трансмутации» (превращения) металлов. Так и возникла алхимия — искусство превращения неблагородных металлов в золото.

Все металлы, учили алхимики, образуются из серы и ртути. Их надо брать в «совершенных» отношениях и нагревать в присутствии особого «медикамента» или «эликсира». Этот «философский камень» и тщились разыскать алхимики. Им требовался и БЕЛЫЙ ЭЛИКСИР, превращающий металлы в серебро, и КРАСНЫЙ ЭЛИКСИР, дающий возможность превращать в золото все, что с ним (красным эликсиром) сплавлялось.

Алхимики пытались отыскать также универсальный растворитель, а также эликсир долголетия, дарующий человеку бессмертие. Были у них и другие претензии, но удивительно: постоянно размышляя, твердя о превращениях, они не помышляли создать нечто небывалое, что-то невиданное в природе.

Из серы и ртути — серебро и золото? А почему не захотели они сотворить какие-то неизвестные ими металлы? Архизолото какое-то, суперсеребро? Ну хотя бы шутки ради, повинаясь тайным влечениям, любопытству?

Фантазии не хватило? Вряд ли. Видимо, не в этом дело. А в том, что алхимики верили в божественность мира, в то, что в нем все может быть лишь таким, каким его создал Творец. Они полагали Вселенную совершенной и раз навсегда заданной. Одно в другое превращаться могло, но появиться на свет чему-то новому, невообразимому возбранялось.

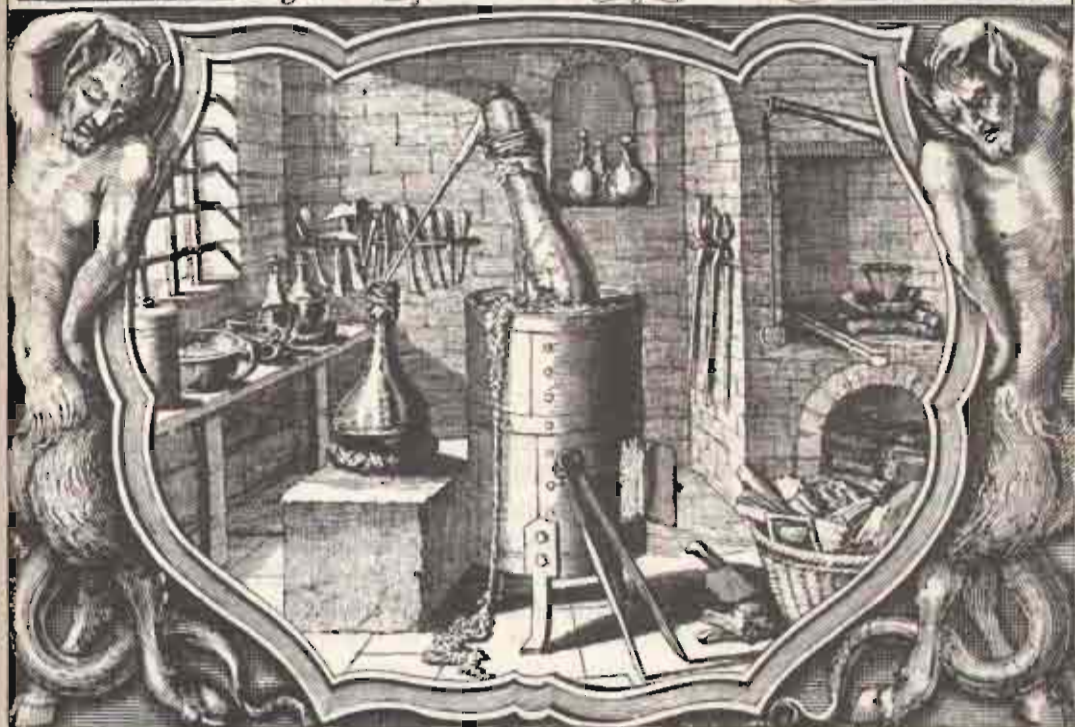
Алхимики пытались превратить ИЗВЕСТНОЕ в ИЗВЕСТНОЕ. И при этом совсем не трогали мир ЖИВОГО. И тут начинаются качественные отличия химерологов, современных алхимиков, от их средневековых предков. (Кстати, алхимики очень любили использовать в качестве символов изображения всевозможных химерических созданий, среди них наиболее почитаемыми были драконы.)

«...НИ ОДНА РАБОТА НЕ МОГЛА МЕНЯ УТОМИТЬ»

То, что не пришло на ум алхимикам, тревожило мысли гения эпохи Высокого Возрождения ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ. Он, без сомнения, был одним из первых химерологов Земли.

Леонардо да Винчи (1452—1519) родился в небольшом городке Винчи (отсюда и имя художника), затеряншемся среди западных отрогов Апеннинских гор. Его отец был состоятельным нотариусом, мать — простой крестьянкой. Будучи внебрачным сыном, Леонардо был взят в дом к отцу и воспитывался под присмотром мачехи. Редкая одаренность большогоголового мальчика, увлекавшегося рисованием, лепкой, музыкой, математикой, поражала всю округу, и местные крестьяне не раз обращались к мессеру Пьетро да Винчи с просьбой, чтобы его сын нарисовал им что-нибудь. Взрослый Леонардо был удивительно тактичен и мягок в обращении с людьми, очень красив — статен, высок ростом, лицо с правильными чертами обрамляла вьющаяся русая борода. Он был предметом покло-

Heu: ist ke: Schak; schwach das Gemaf;
Dib acht, das es nicht werde bof;



Лаборатория средневекового алхимика.

нения и подражания для многих. От природы Леонардо был наделен богатырской силой и без труда гнул подковы и железные прутья. Ему не было равных в фехтовании, как наездник он мог усмирить любого норовистого скакуна. Он превосходно играл на лютне, подбирая музыку к своим сонетам и мадригалам, писал сказки, притчи...

Искусству Леонардо учился у друга отца, известного живописца и скульптора Андреа дель Вероккьо (1435—1488). Методы работы в мастерской Вероккьо, где художественная практика сочеталась с техническими экспериментами, способствовали зарождению научных интересов Леонардо. Нет наук, история развития которых не была бы связана с именем Леонардо да Винчи. Математика и механика, физика и астрономия, химия и геология, география и ботаника, анатомия и физиология — все интересовало этот великий ум. Считается, что Леонардо предвосхитил изобретение аэроплана, автомобиля, подводной лодки, танка (его прообраз художник видел в виде лошади, скачущей внутри широкого бронзового колпака), парашюта, ядовитых и удушливых газов. Находясь на службе у правителя Милана Лодовико Моро, он выступает сразу в роли военного инженера, гидротехника, организатора придворных феерий (мы не упоминаем — это известно всем — о том, что Леонар-

до был величайшим живописцем, скульптором и архитектором). Трудно перечислить все, что дал потомкам Леонардо: он оставил наброски металлургических печей и прокатных станов, ткацких станков, печатных, деревообрабатывающих, землеройных и многих прочих машин. Диву даешься, как это он ухитрялся успевать всюду! И видимо, его признание: «...Ни одна работа не могла меня утомить, ибо сама природа сотворила меня таковым» — не является похвалой. (В книге «Звездные дневники Ийона Тихого» польский писатель С. Лем проводит фантастическую мысль о том, что люди, подобные Леонардо да Винчи, были посланы нам из Будущего!) Последние два года своей жизни Леонардо провел при дворе французского короля Франциска I. Здесь, на чужбине, в замке Клу близ Амбуаза (его родину Италию в то время раздирали междоусобицы), он и скончался.

Беспокойный, всеохватывающий ум Леонардо волновало все необычное. Его биограф Вазари пишет, что Леонардо «испытывал такое удовлетворение при виде какого-нибудь человека с интересной головой... мог целый день бродить следом за такой понравившейся ему фигурой; при этом он так запечатлевал ее в своей памяти, что, приходя домой, зарисовывал ее, как если бы она сейчас перед ним стояла».

Леонардо как бы разыскивал нечто невидимое, химерическое, то, чего нет, но что могло бы существовать! Среди рисунков Леонардо есть и так называемые «карикатуры» — жанр, который в эпоху Возрождения был свойствен лишь одному ему. Это собрание зарисовок не смешит, не радуется, а, скорее, страшит. Вместо ангелоподобных юношей и девушек появляются странные уроды. Горбоносые, с тор-

Среди собраний леонардовских рисунков можно найти множество зарисовок голов.



чащими изо рта клыками, эти исчадия ада проходят вереницей перед мысленным взором художника.

Мы словно бы видим, как человеческое лицо становится почти звериной мордой. Художник то удлинняет и заостряет нос, который становится похож на клюв хищной птицы, то закругляет очертания лица и, слегка изменяя форму рта, носа и глаз, вдруг делает человека похожим на льва... Более подробное знакомство с творчеством художника убедительно показывает, что подобные химерические упражнения вовсе не были для Леонардо случайностью.

ФАНТАСТИЧЕСКАЯ ЗООЛОГИЯ

...Там, где природа кончает производить свои виды, там человек начинает из природных вещей создавать с помощью этой же самой природы бесчисленные виды новых вещей.

ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ. из записных книжек

Леонардо имел обыкновение все свои разрозненные наблюдения заносить в записные книжки, откуда делал затем выписки, оставляя их в сыром, фрагментарном виде. До нас дошло около семи тысяч страниц этих рукописных материалов, каждая строка которых свидетельствует о гениальном размахе его титанической мысли.

Леонардо ревностно оберегал записанное им от постороннего глаза, и на то у него были веские причины. Вот одна из записей, которая многое объясняет:

«Почему не пишу я о своем способе оставаться под водой столько времени, сколько можно оставаться без пищи? Этого я не сообщаю и не оглашаю из-за злой природы людей, которые такой способ использовали бы для убийств на дне моря, проламывая дно кораблей и топя их вместе с находящимися в них людьми...»

Чтобы скрывать свои мысли, Леонардо придумал особую систему тайнописи, нередко вписывая одну строку в другую и широко применяя замысловатые графические знаки и символы. Как правило, писал он справа налево, так что написанное можно читать только с помощью зеркала. Не одно поколение исследователей кропотливо разбирает и внимательно вчитывается в зашифрованные рукописи, находя в них все новые стороны многогранной и поистине фантастической по широте интересов деятельности этого необыкновенного человека.

Чего тут только нет! И изречения: «Приобретай в юности то, что с годами возместит тебе ущерб, причиненный старостью. Помни, что пищей старости является мудрость, и, пока молод, действуй так, чтобы не оставить свою старость голодной».

И рассуждения о том, как, подражая полету птиц, создать летательный аппарат. Леонардо пытался сконструировать искусственные крылья, становящиеся сквозными при подъеме и сплошными



Рисунок Леонардо да Винчи «Борьба льва и дракона» (Флоренция, галерея Уффици).

при опускании. Позднее он все же предпочел сплошное крыло летучей мыши.

Леонардо делает много выписок из прочитанных им книг. Вот отрывок из «Естественной истории» Плиния — описание фантастического, сказочного существа.

АМБИСФЕНА: «У нее две головы, одна на своем месте, а другая на хвосте, как будто не довольно с нее из одного места выпускать яд».

Леонардо не верил в существование Амбисфены (как и господа бога — ему он не оставлял места ни на земле, ни на небе), но его очень интересовали химерические создания. Много размышлял художник, как в рисунке, на живописном полотне, изображать невиданное человеком существо, как «заставить казаться естественным вымышленное животное».

Леонардо предлагает такой рецепт (смотри, например, его рисунок «Борьба льва и дракона»): компоновать образ фантастического зверя, дракона, из элементов реальной действительности — «голова дога, кошачьи глаза, уши филина, нос борзой, брови льва, виски старого петуха и шея водяной черепахи».

Обильный материал по «фантастической зоологии» содержится в рукописи, помеченной искусствоведами буквой Н. (Хранится в

Париже; чтобы прочесть рукописи Леонардо, разбросанные по всему свету, люди отправляются в Милан, Турин, Венецию, Виндзор, Лондон и другие города мира.)

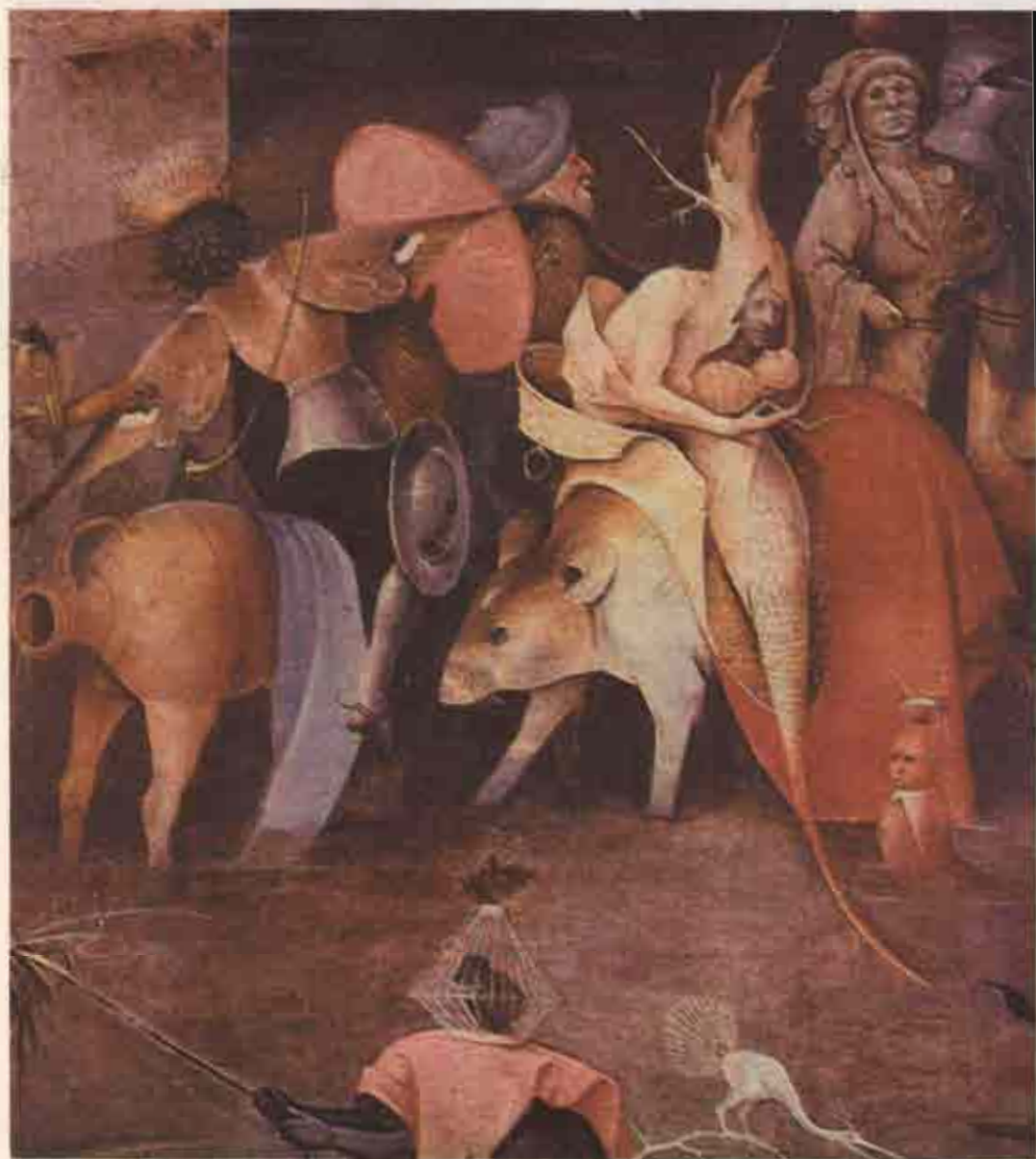
Среди химерических рисунков Леонардо встречаются и совсем уж непонятные. К примеру, анатомический рисунок ног странных

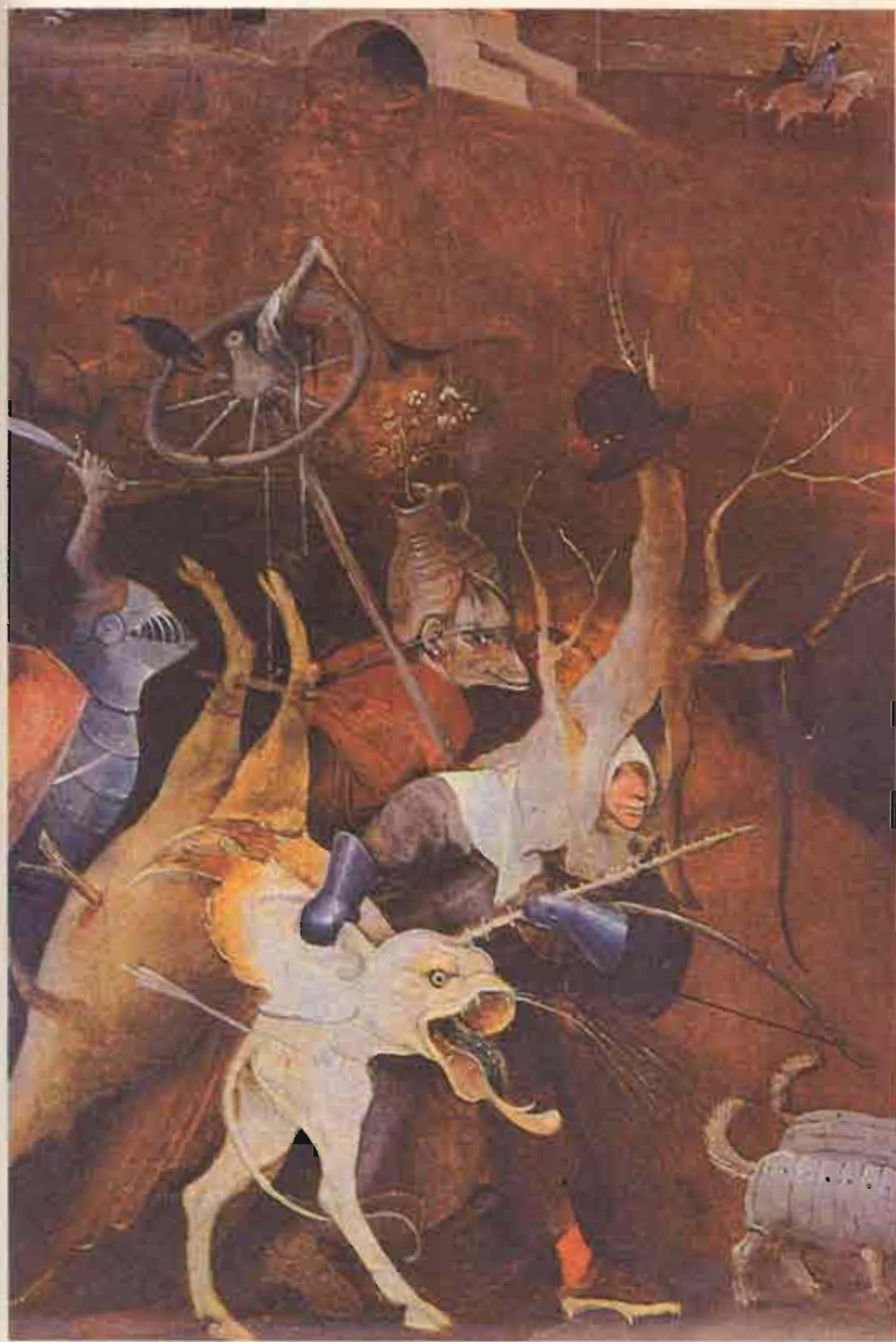
Фрагмент картины нидерландского художника Хиеронимуса Босха. Кажется, что его кистью водили гениальные инженеры, а ведь он жил около пяти столетий назад!





В образах, созданных Босхом, собраны символы, понятные средневековому зрителю. Картины тогда выставлялись для всеобщего обозрения в церквах, и все понимали, что свинья на полотне — это символ обжорства; крыса означает ложь против церкви; ключи знаменуют знание.









Химеры — это сплав реальности и выдумки, мифов, легенд и сказок.

существ. Исследователи до сих пор гадают, с каких реальных животных срисованы их части. Некоторые жилы проходят, казалось бы, как в заячьих лапах. Из-за когтей, являющихся порождением каприза Леонардо, думали видеть в них лапы медведя. Но может, это была шутка Леонардо, и он создал, забыв свои рекомендации брать у природы готовое, ноги совершенно вымышленного животного?

КЛУБ ХИМЕРОЛОГОВ

В парижской рукописи Н содержится и такая запись Леонардо: «Молву надо живописать всю целиком покрытую языками вместо перьев и в форме птицы». Как видим, при всей своей странности птица-молва у Леонардо имеет черты «естественности» — она может



летать, сидеть на крышах — и вместе с тем ее «никогда не создавала природа». А собственно, Леонардо шел той же дорогой, смешивая в строгих пропорциях выдумки и приметы действительности, как и творцы народного фольклора. Подобная традиция стара, как мир. Несметное число поколений рода людского сочиняли сказки, легенды, мифы. По тем же самым образцам.

Слово *Tāra* на санскрите значит «спасительница». В буддийской мифологии это воплощение беспредельного сострадания. Насчитывают 21 образ *Tāra*. Обычно «спасительницы» представляются одетыми в платье индийской царевны и различаются по цвету, положению рук и ног. Все *Tāra* имеют одну и ту же мантру (молитву). Самые известные *Tāra* — Зеленая (*Сяматара*) и Белая (*Сигатара*). Это милостивые ипостаси мифологического образа *Tāra*; остальные же воплощения — гневные.



Если заняться — поверхностно, без особых ученых претензий — анализом мифологических образов, к примеру, так сказать, простой их инвентаризацией, то быстро устанавливаешь следующее: существуют три слоя людской фантазии.

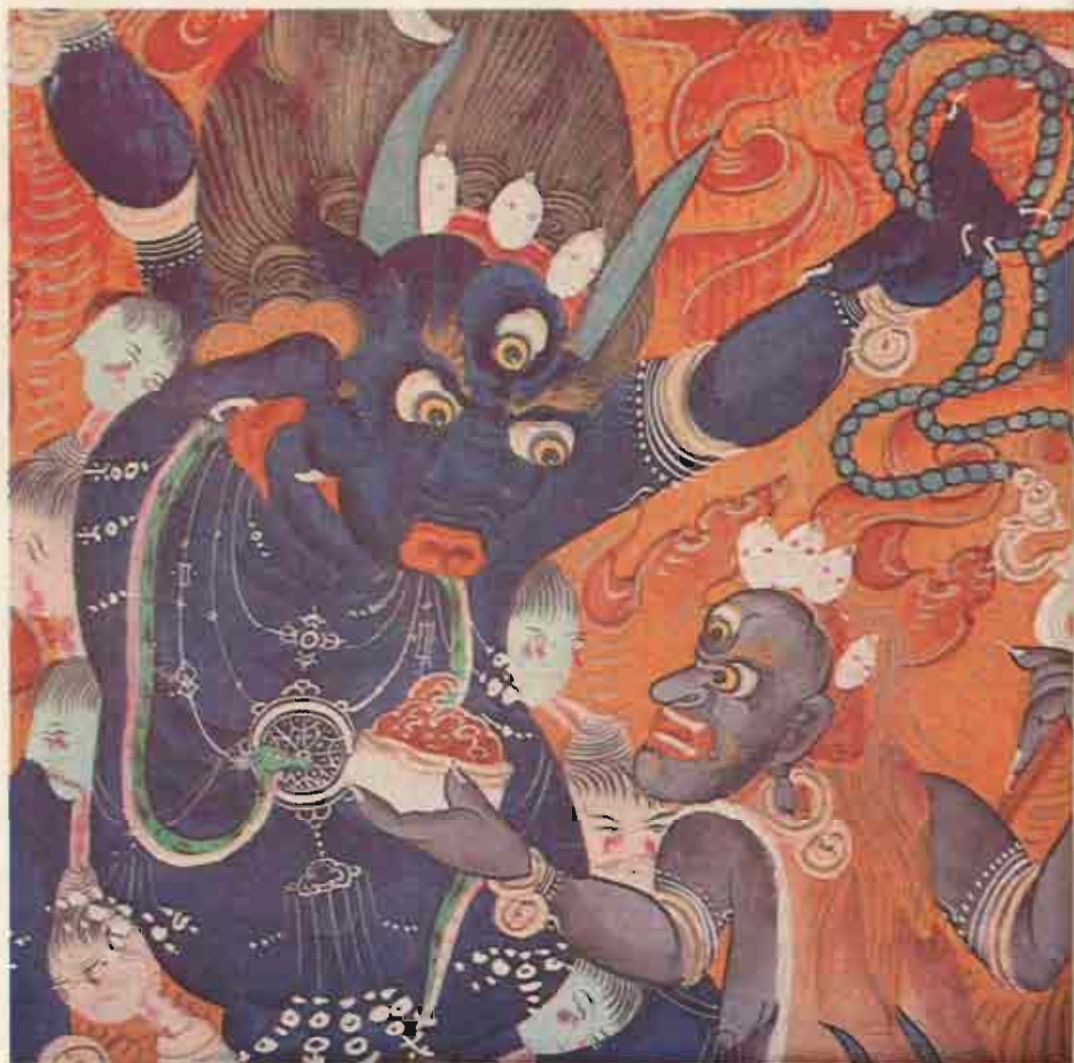
Первый. Берется обычное существо — человек, например, — и в его облик привносится какая-нибудь дикая деталь. Скажем, клыки или мохнатые, как усы уланского драгуна, брови. Или добавляется на лоб дополнительный, третий глаз.

Буддийская мифология создала такой примечательный образ — Зеленую Тару. В Москве в Музее искусств народов Востока можно видеть эту исполненную на полотне минеральными красками богиню. Все у нее такое же, как у любой женщины, вот только цвет лица, рук, ног, тела особый — зеленый! Как будто в крови у нее не красный гемоглобин, а зеленый пигмент растений — хлорофилл.

Второй слой фантазии — комбинирование признаков двух существ. Этот прием породил кентавров, пегасов, русалок, получеловека-полубыка Минотавра, известных многим религиям земли



Каких только димер не придумала народная фантазия: черты, сказочные создания с тремя глазами, Анубис (покровитель умерших в египетской мифологии, почитался в образе шакала черного цвета или человека с головой шакала; Анубис был главным богом в царстве мертвых, он считал сердца умерших), птице-насекомые.







крылатых ангелов. Так древним египтянам удалось придумать покровителя умерших Анубиса — человека с головой шакала...

Наивысшего — третьего в нашей вольной классификации — слоя мифологическая мысль человека достигает, творя уже смееи сразу нескольких, трех, четырех и больше, признаков живущих на планете созданий. Пожалуй, наиболее ярок тут образ дракона (Змей Горыныч в русских вариантах). Он обычно имеет несколько голов, туловище пресмыкающегося (какого-нибудь гада ползучего — змея, ящера, крокодила), оснащен крыльями птиц. Часто разыгравшаяся фантазия людская добавляла еще и другие части тела — рыбы, пантеры, льва, козла, собаки.

Возможно, в какой-то мере все эти накопленные человечеством полуфабрикаты фантазии пригодятся химерологам, когда они начнут компоновать новые живые формы. Хотя работа у них должна быть — даже в фантазировании! — гораздо более сложной. Ведь, кроме лепки невиданных существ (английский биолог А. Макларен уже написала книгу «Химеры млекопитающих»), химерологам доступно и то, о чем прежде люди и понятия не имели. Они могут

Вообще может быть, что со временем возникнут особые клубы химерологов, где вечерами, в уютных помещениях, уставленных персональными компьютерами, кинопроекторами с чудесами голографии и другими изобретенными наукой и техникой средствами, химерологи-теоретики будут до зрелости, до срыва волоса (если эмоций к тому времени не отменяют!) отстаивать свои — начнут объявлять и особые конкурсы? — химерические варианты. Кто знает, как будет развиваться химерология, одно несомненно: накопленные человечеством полуфабрикаты фантазии принесут химерологам добрую пользу.



вести химеротворчество на молекулярном — рекомбинантные молекулы ДНК, объединение геномов — и клеточном уровнях (организм, скроенный из разных родительских клеток, — как дом, сооруженный из белого, желтого и красного кирпича).



Вишну (слева) — один из высших богов индуистской мифологии, составляющий вместе с Брахмой и Шивой так называемую божественную триаду — тримурти. В индийской традиции имя Вишну толкуется как «проникающий во все», «всеобъемлющий». В ведийской литературе Вишну упоминается около сотни раз. Обычно он изображается возлежащим на змее Шеше или стоящим во всеоружии юношей. В одной из четырех его рук — чакра (буквально «круг», «диск»), специфическое оружие наподобие бумеранга, обладающее сверхъестественной силой, в другой руке — раковина, в третьей — булава (палица), в четвертой — лотос или лук. Цвет кожи Вишну — темно-синий, цвет одежды — желтый... Гаруда (на стр. 199 слева в древнеиндийской мифологии (слово это буквально означает «пожиратель») царь птиц, ездовое животное Вишну. Когда Гаруда родился, свидетельствует миф, боги, ослепленные сиянием, исходящим от его тела, восславили его как олицетворение солнца... Сказочная лягушка-человек.



Вполне может быть, что со временем возникнут особые клубы химерологов, где химерологи-теоретики (наподобие нынешних физиков-теоретиков) будут до хрипоты, до срыва голоса отстаивать свои — будут объявляться особые конкурсы? — химерические варианты. Появятся ученые степени мастера, гроссмейстера, магистра химерологии, возникнут химерологические научные школы. Кто знает, как будет развиваться эта область. Одно несомненно: кроме учености, широты интересов химеролог должен будет обладать высокоразвитой, тренированной, изощренной фантазией.

ЗОЛУШКА НА КОСМИЧЕСКИЙ ЛАД

Вот музыкальный дом. Он построен из музыкального кирпича и из музыкальных камней. Стены его, если ударять по ним молоточками, могут создавать любые звуки. Я знаю, что над диваном есть до-диез; самое высокое фа — под окном; весь пол настроен на си-бемоль мажор, очень волнующую тональность...

ДЖ. ГОДАРИ

Преподавали ли вам в школе такой предмет — «развитие воображения»? Видели ли вы когда-нибудь учебное пособие по фантазии? Такого прежде не было. Первая ласточка появилась, если говорить о нашей стране, только в 1971 году. Осенью в Баку на улицах можно было увидеть странное объявление. В нем сообщалось, что Азербайджанский совет ВОИР (Всесоюзное общество изобретателей и рационализаторов) и ЦК ЛКСМ Азербайджана приглашают инженеров подавать заявления в Общественный институт изобретательского творчества. В объявлении упоминались современные методы решения изобретательских задач: мозговой штурм, морфологический анализ, синектика, АРИЗ и... спецкурс развития творческого воображения.

Один из организаторов этого необычного института, руководи-

тель общественной лаборатории методики изобретательства при Центральном совете ВОИР Генрих Саулович Альтшуллер (им под псевдонимом «Г. Альтов» написана интересная книга «И тогда появился изобретатель») в одной из статей пишет: «Мы знаем, что фантазия — качество величайшей ценности, но не учим фантазии ни в школе, ни в вузе... Попробуйте, например, — продолжает Альтшуллер, — придумать фантастическое животное — и вы убедитесь, насколько трудным окажется даже такое простое задание. На ум будут приходиться привычные образы из сказок и фантастики (это сработает память, а не воображение) или примитивные комбинации наподобие собаки с рыбьим хвостом и рогами оленя...»

А вот советский писатель Север Гансовский, писал Альтшуллер, в рассказе «Хозяин бухты» смог выдумать действительно фантастическое животное, обладающее способностью распадаться на отдельные клетки! Эти клетки спускаются на дно бухты, и охотникам просто некого ловить. А потом клетки снова объединяются в единый организм, и со дна всплывает громадное животное...

В будущем химерологи просто обязаны будут прослушать курсы развития фантазии. Появятся в школах соответствующие дисциплины, будут созданы учебники. (Возможно, их назовут «Магический кристалл фантазии».) Так будет введена в практику старинная мысль, высказанная немецким поэтом-романтиком и философом Фридрихом Шлегелем (1772—1801). В своем сочинении «Фрагменты» он писал: «Если бы мы располагали фантастикой, как располагаем логикой, было бы открыто искусство придумывания».

Да уж, такое искусство не повредило бы не только химерологам, но и, скажем, начинающим писателям. (Маститые, как правило, владеют им в совершенстве!) Особенно тем, кто собирается стать сказочником.

Долгие годы о законах фантазии, о том, как фантазию развить, укрепить, — об этом много размышлял итальянский детский писатель Джанни Родари (1920—1980). На эту тему им написана любопытная книжка — «Грамматика фантазии» (введение в искусство придумывания историй). Она переведена на русский язык. В ней подробно обсуждаются все приемы, помогающие фантазию растормозить и усилить.

В качестве экспериментального образчика результатов такой работы можно взять известную сказку про Золушку. Под пером Родари она принимает такой вид:

«Дельфина — бедная родственница владелицы красильни в Модене и матери двух кривляк-гимназисток. Покуда синьора с дочками совершают путешествие на Марс, где проходит большой межгалактический фестиваль, Дельфина торчит в красильне и гладит вечернее платье графини ТАКОЙТО. Размечтавшись, Дельфина об-

◀ *Химеры, созданные фантазией художника. Для тех, кто пожелает совершенствовать свою фантазию, учиться технике этого дела, полезно ознакомиться с книжкой писателя Д. Родари «Грамматика фантазии».*

лачается в платье графини, выходит на улицу и, не долго думая, забирается в космический корабль «ФЕЯ-2»... Тот самый, на котором летит синьора ТАКАЯТО, тоже направляющаяся на марсианский праздник. Дельфина, разумеется, едет зайцем. На балу президент Марсианской республики примечает Дельфину, танцует только с ней одной...» И так далее и так далее.

МОНСТРЫ-СЧАСТЛИВЧИКИ

*...Много земля сотворяла уродов безногих, безруких,
Много диковин и чудищ земля создала в этом роде.
Но понапрасну. Природа развитие им преградила,
Сил не хватило у них, чтобы зрелости полной достигнуть,
Чтобы достать себе корм и слодиться для дела Венеры...*

ЛУКРЕЦИЙ КАР

Одна из серьезных задач, которые возникнут перед химерологами, — понять, почему в ходе эволюции природа смогла сотворить одни существа и не смогла (не хотела?) другие. Грубо говоря, хотелось бы выяснить, почему существуют черепахи, зайцы, волки, медведи, а, допустим, зайцемедведей, волкочерепах что-то не видно.

Древние греки (философ Эмпедокл) на сей счет имели простое мнение. Полагали, что сначала земля породила не животных, а отдельные органы, разрозненные части тел. И лишь после они стали соединяться друг с другом как попало. Так возникли, например, кентавры.

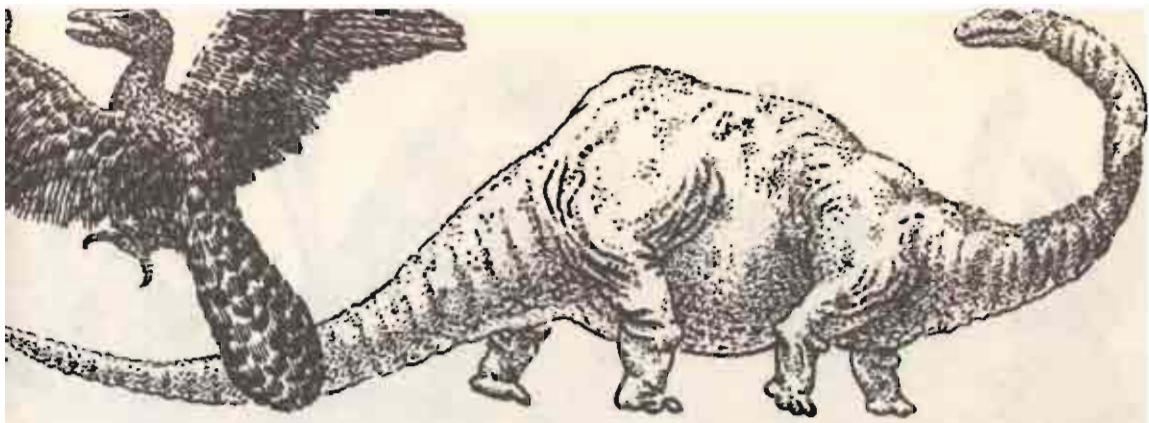
Согласно греческой мифологии, когда-то существовали абсолютно все формы живого. Но затем боги начали «отбраковку». Арес (бог войны коварной, вероломной, войны ради войны, в отличие от Афины Паллады — богини войны честной, справедливой) уничтожал все неудачные комбинации, а Афродита, богиня любви и красоты, сохраняла удачные, жизнеспособные варианты.

Так думали греки. Специалисты же по теории эволюции по потомкам когда-то живших животных, по сохранившимся останкам ископаемых пытаются восстановить прошлое земной фауны. Им удалось построить нечто вроде биологической таблицы Менделеева (для многоклеточных животных организмов). Любопытно, что часть клеток удалось заполнить, остальные же остаются до сих пор пустыми.

Может показаться, что древние существа могли иметь какую угодно, совершенно фантастическую и непредсказуемую организацию. На деле это не так. Имеется много ограничений, развитие животного мира идет по довольно строгим правилам — их смысл пока еще во многом темен. Потому животное (и растительное) царство

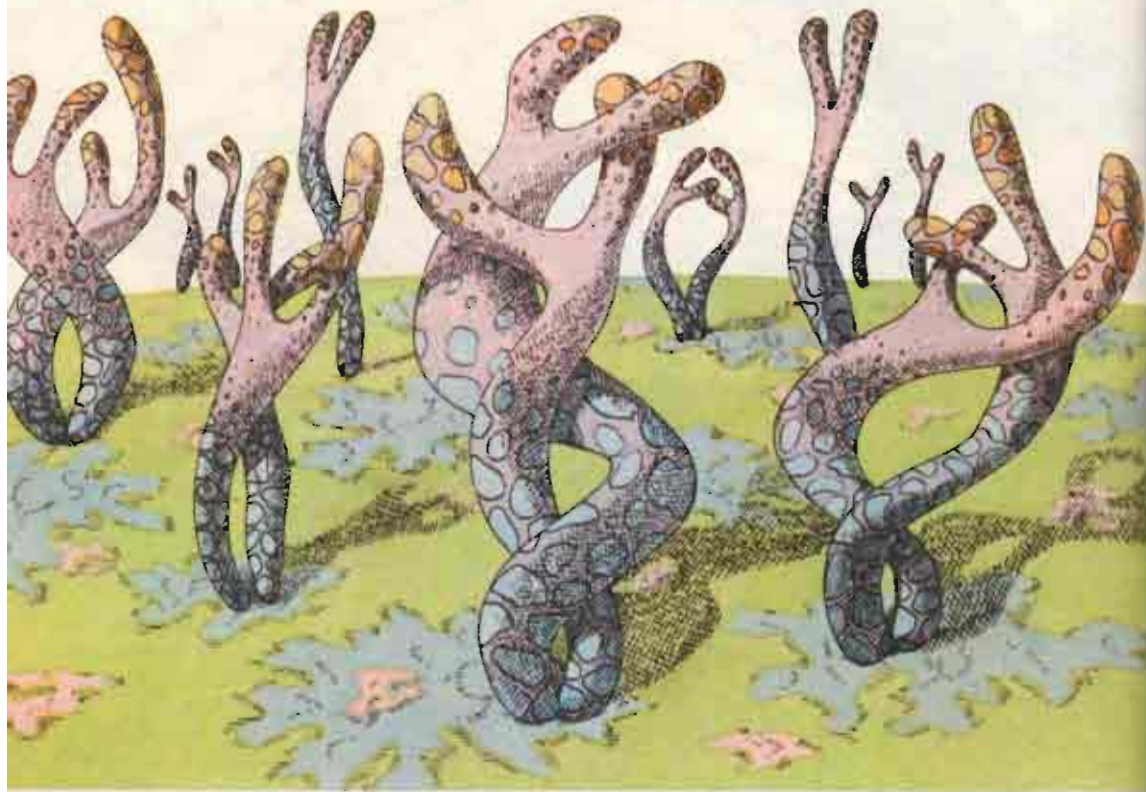
Эта химерическая картинка создана по мотивам рассказов молодого ленинградского прозаика Святослава Логинова «Страж Перевала».





Вполне возможно, что химеры не только «еще будут», они, видимо, «уже были». В истории Земли существовали времена — поздний триас (примерно 200 миллионов лет назад), следующий за этой эпохой мезозойской эры юрский период — когда толщи вод, ширь небес, поверхность земной тверди населяли, по нашим сегодняшним понятиям, химерические создания. Архозавры, иктиозавры, костистые рыбы, головоногие моллюски цератиты, самые древние птицы-археоптериксы, рептилии — диалодоки, стегозавры, бронтозавры (все они питались растительностью) и их хищные плотоядные собратья — цератозавры, аллозавры.





Химерические зверорастения.

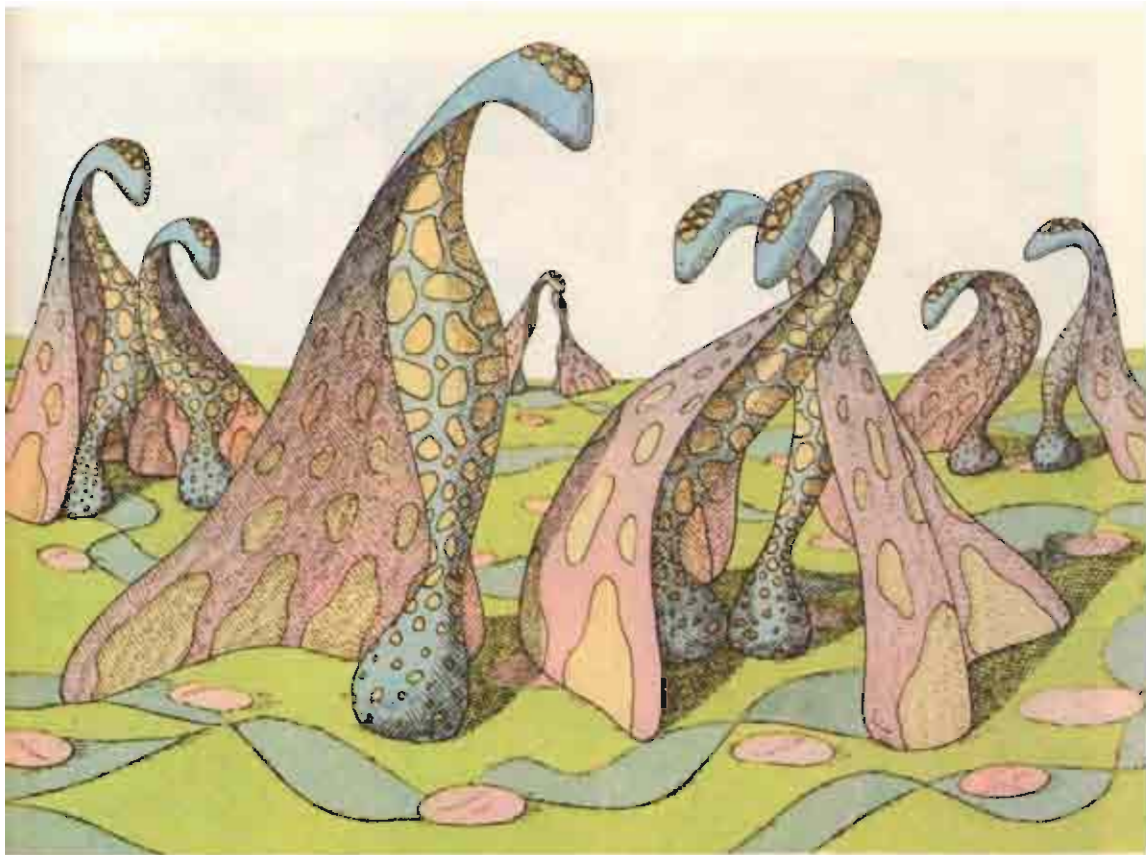
Земли и оказалось не беспорядочной свалкой, а организованной совокупностью форм.

И вот что еще интересно. Развитие живого идет не непрерывно, а скачками. Палеонтологи то и дело сталкиваются с внезапными переходами от одной фауны к другой. Промежуточные формы, несмотря на все старания ученых, обнаружить не удалось.

Картина смены животных царств представляется в общих чертах такой. Происходит какая-то геологическая катастрофа: внезапное резкое повышение фона радиации, допустим, или же какие-то катаклизмы типа всемирного потопа сотрясают планету. Резко меняется климат... И тут некоторые, казалось бы, нежизнеспособные химеры, монстры-уроды получают шанс. Им достается счастливый лотерейный билет: их организация как нельзя лучше приспособлена к новым условиям, поэтому «нормальные» организмы начинают вымирать, а монстры-счастливчики вскоре завоевывают море и сушу.

Видимо, таким удачником стал и человек разумный. Разве не много странностей в его организме в сравнении с его предполагаемыми четвероногими предками? Он прямоходящ, у него нет — бывшая норма! — сплошного волосяного покрова, отсутствует хвост...

Ну а что при таких скачках эволюции происходит с генотипом?



Об этом стали догадываться всего лет десять назад, когда обнаружили «прыгающие» гены. Вероятно, именно они и образуют новые комбинации генных блоков в ДНК, что и создаёт химерические создания, способные жить в совершенно новых условиях. Массовые миграции генов-«путешественников» кардинально меняют характер организма. И динозавры вымирают, а на смену им идут гораздо более медкие млекопитающие.

МАСТЕР ПРАЗДНЕСТВ

Пустые клетки биологических таблиц — они волнуют воображение! Как восстановить облик неизвестного нам, но существовавшего в прошлом животного? Отчего динозавры не превратились в динозавриков, не начали мельчать, приспособляясь к новшествам климата, а вынуждены были разом (миллионы лет для истории планеты — сущие пустяки!) исчезнуть, кануть в прошлое?

Или такой вопрос: что отделяет одни виды организмов от других, какая непроницаемая стена? Почему, скажем, на земле не живут зверорастения? Нет места для ежей-кактусов, ив-мериносов, жирафоплатанов? В последние десятилетия крепнет убеждение: все, что хотя бы мысленно можно вообразить, будет в конце концов воплощено, и не только в металле, дереве, пластмассе, но и в костях, перьях, коже! Если это так, то должны ожить, стать реальностью



и фантазии удивительного итальянского художника Джузеппе АРЧИМБОЛЬДО, оставившего нам картины человекорастений.

Арчимбольдо (1527—1593) родился в Милане в семье художника. Его отец был дружен с хранителем рукописей и рисунков Леонардо да Винчи. Юноша видел наброски удивительных чудовищ, карикатуры, всевозможные «гибриды» растений и животных, составивших в совокупности человеческие «портреты». — эти рисунки Леонардо поразили воображение юного художника, глубоко запали в память. В 1562 году германский император Фердинанд I пригласил Арчимбольдо в Вену на должность придворного портре-

тиста. До 1587 года — императоры быстро сменяли друг друга: за Фердинандом I был Максимилиан II, потом Рудольф II — художник жил при дворах в Вене и Праге. Главная его обязанность, помимо писания королевских портретов, состояла в заведовании знаменитым «Кабинетом», где находились всевозможные произведения искусства и редкости, или «капризы», как их тогда называли. Тут были вазы в виде животных и драконов, отделанные золотом и эмалью, музыкальные автоматы, мозаики из перьев колибри, астролябии, квадранты, корень мандрагоры (это «чудодейственное» растение почиталось еще в библии за его якобы способность возбуждать страсть; в греческой мифологии Цирцея подмешивала мандрагору в свои снадобья для превращения мужчин в свиней). Рудольф II любил все экзотическое, окружал себя необычными людьми, при его дворе жили выдающиеся ученые, астрономы Тихо Браге и Иоганн Кеплер, и крупнейшие алхимики того времени. Именно со «странным двором» Рудольфа II связана легенда о Годеме — глиняном великане, который якобы разгуливал по вечерним улицам Праги. Возможно, такое странное окружение и подвигло Арчимбольдо на писание особого рода живописных полотен. (У него был придворный титул «Мастер Празднеств», подобно Леонардо да Винчи он изобретал и строил различные гидравлические

Картины Арчимбольдо «Лето» (слева) и «Осень». Эти холсты вместе с «Весной» и «Зимой» составляют цикл «Времена года». Все эти полотна несколько столетий скрывались в частных собраниях, поэтому живопись Арчимбольдо до середины 1920-х годов была практически неизвестна широкой публике.



Картина Арчимбольдо «Вертумн». Вертумн — этрусское божество садов, обработки земли. В Древнем Риме он считался также покровителем торговли; изображался в виде юноши с садовым ножом в одной руке и корзиной плодов в другой. Согласно мифу, он мог принимать любой облик. В картине Арчимбольдо это сказочное существо наверняка должно было чем-то напоминать облик короля Рудольфа II. Недаром, видимо, получив этот дар, Рудольф II тут же присвоил художнику высокий придворный титул пфальцграфа.



механизмы, музыкальные автоматы, известно, что им были сконструированы «перспективная лютня» и «цветовой клавикорд».) Он писал аллегорические картины: «Весна», «Зима», «Огонь», «Садовник», «Юриет», то были вроде бы лица людей, но сотканные из предметов, животных, овощей. Фруктово-овощные полотна особенно примечательны. Вот картина «Лето»: женское лицо, писанное маслом, оно составлено, скомбинировано из колосьев и других даров флоры — щечки-яблочки, нос-баклажка, подбородок-груша, волосы из винограда, черешен, вишен, и так далее. Эти художества Арчимбольдо пользовались огромным успехом, они породили бесчисленных подражателей, а сам художник в 1591 году был возведен в титул пфальцграфа.

Только ли курьезами были картины Арчимбольдо? Видимо, нет. В ту эпоху развитие ренессансной научной мысли шло под знаком натурфилософии. Одна из главных ее идей — учение о живом космосе.

Вот что пишет об этом исследователь творчества художника Л. А. Дьяков (имя Арчимбольдо почти забыто, разыскать о нем какие-либо сведения трудно, многие подробности его биографии взяты нами из работ Дьякова): «...Времена года и стихии сопоставлялись с процессами, происходящими в организме человека. Ветер уподобляли дыханию, гром — речи, восход солнца — улыбке. Осень сравнивали со средним возрастом, зиму — со старостью, и так далее...»

Тогда между растениями и человеком легко ставили знак равенства, и появление человекорастений (то, о чем химерологи сейчас только начинают помышлять!), скорее всего, никого бы особенно не поразило. Прославленный врач и естествоиспытатель Парацельс (1493—1541) на сей счет выражался так: «Дерево — то же тело. Его кора подобна коже, ветви — волосам. Оно благоухает цветами и плодами и, подобно человеку, способно слышать, видеть, ощущать».

ЗЕЛЕННЫЕ ЧЕЛОВЕЧКИ?

Группа американских биологов из города Сент-Луис недавно, об этом сообщали газеты, пересадила сегмент ДНК человека в клетки петунии. Цель опытов — изучить возможность производства растениями животных белков.

В течение нескольких дней жили (Брукхейвенская национальная лаборатория, США, и другие исследовательские центры) слившиеся протопласты — то, что остается, если удалить у клетки ее оболочку, — табака, сведенные с протопластами клетки человека. Аналогичные опыты велись в Швеции с клетками моркови. Ученые считают это большим успехом.

Клетки-гибриды не только оставались какой-то срок живыми, но и смогли сами синтезировать клеточную оболочку и, как полагают отдельные авторы, проявили в определенной степени способность к делению, правда, слияния клеточных ядер не происходило.

Очевидно, трудно было ожидать, что гибриды клеток человека и растения выкажут способность к размножению. Для этого должны произойти процессы предварительного самоупрощения с частичной потерей генетического материала одного из видов. Это означает, что либо человеческое, либо растительное начало должно взять в гибриде верх.

Зеленые человечки? Любопытная тема. Существа столь невообразимой природы давно гуляют по страницам научной (и не научной) фантастики. Но вот предметом дискуссий для генетиков они стали совсем недавно.

Зеленые человечки? А почему бы нет? Отчего бы и в самом деле где-нибудь в тропиках, среди красот ботаники, не сидеть под горячим солнышком такому мыслящему созданию с зеленой кожей.

клетки которой наполнены хлорофиллом? Без трудов и забот о хлебе насущном! Читай себе журналы да газеты!..

Растения и животные. Два полюса жизни, две ее половинки, дополняющие друг друга. Примеры их симбиоза природа дала. Возьмем хотя бы лишайники — диковинную комбинацию из водоросли и гриба. Тут, кажется, сошлось несовместимое.

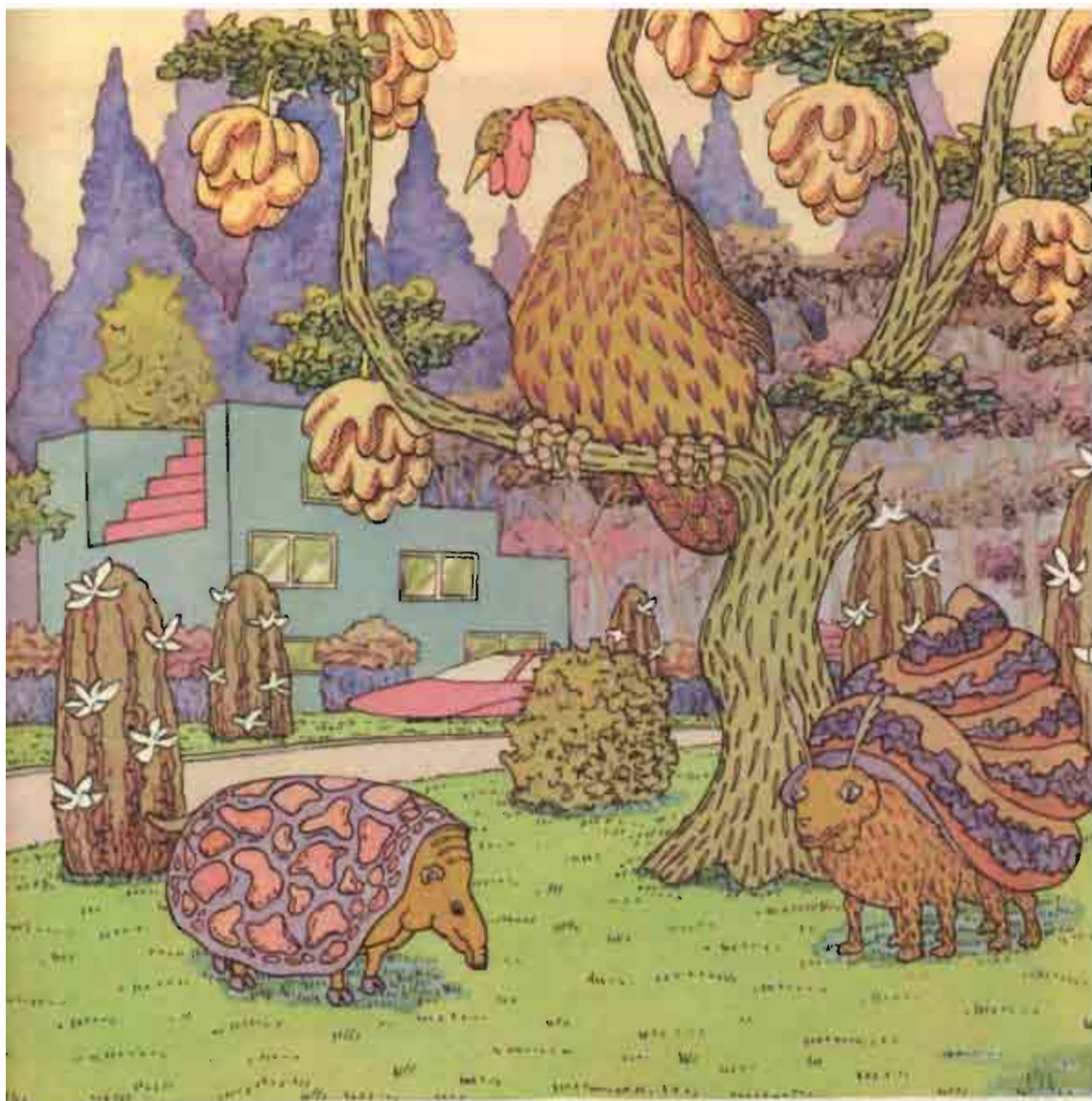
Грибам (трюфели растут под землей) не нужен свет, а вот водоросли без света погибают. Но от совместного житья выгадывает каждый: водоросль дает грибу пищу — образующийся в процессе фотосинтеза сахар, гриб же снабжает водоросль минеральными солями и водой. Должно быть, поэтому лишайники — чемпионы неприхотливости: их найдешь и в тундре — олений ягель, он вовсе не мох, а лишайник, — и в Антарктиде, и в пустыне.

Зеленые человечки? Эту тему обсуждал К. Э. Циолковский (1857—1935). В 1919 году он написал работу «Начало растений на земном шаре и их развитие». По мнению К. Э. Циолковского, «на первой стадии жизни на земле оба царства — растительное и животное — были смешаны, имели один источник, шли параллельно и обнаруживали удивительное сходство». Теперь же, продолжал ученый, «хлорофилльным образованиям трудно перейти разделяющий их от животных провал. Чересчур велика разница между их строением, образовавшаяся в течение сотен тысяч лет, чтобы можно было ее перешагнуть. Но если бы животные и люди стали бы регрессировать и исчезли, то растениям был бы предоставлен простор совершенствоваться. Они могли бы дойти до приобретения более совершенных чувств, разума и движений. Может быть, они постепенно оставили бы свою привязанность к земле и застраивали по ней, как странствуют их семена и зооспоры».

Итак, К. Э. Циолковский оставлял для зеленых человечков право на существование. И вероятно, спорить о жизнестойкости этих гипотетических существ пока рано. Во всяком случае, решающее слово тут произнесут гениальные инженеры. Подождем!

ОВЦЕКОЗЫ, КОЗОБАРАНЫ

Зеленые человечки пока остаются проектом, мечтой (светлой? мрачной?), рядовая же, будничная химерологическая деятельность меж тем набирает ход. Прогресс очевиден: нынче мышью, в геном которой встроены гены кролика, к примеру, уже никого не удивишь — такие достижения становятся рядовыми. Сейчас во многих лабораториях мира гениальные инженеры выводят высокопродуктивных коров, гигантскую форель, создан гибриды курицы и куропатки. В эмбрион свиньи для ускорения ее развития был введен человеческий гормон роста (с вырабатывающими его соответствующими генами). В результате получены свиньи, имеющие значительно больший вес и меньше жира и, что важно, способные передавать эти признаки своему потомству.



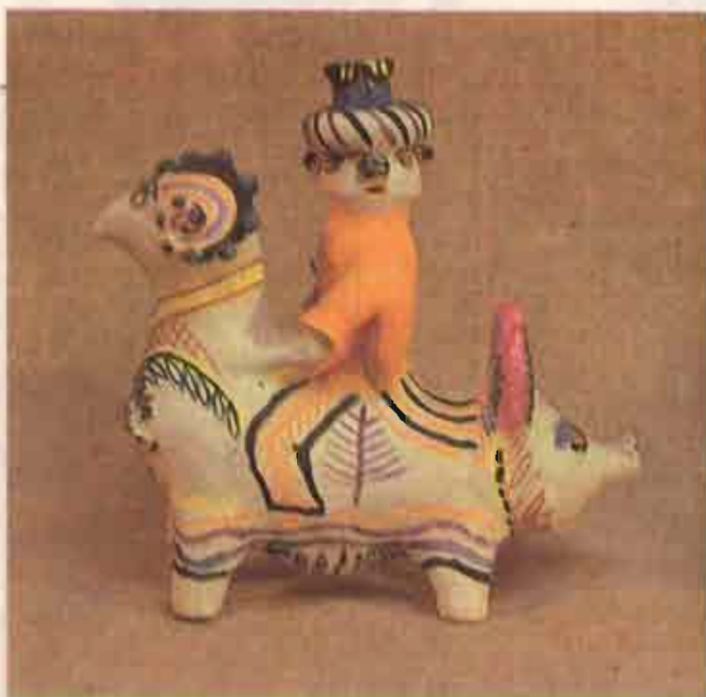
Вновь химерические фантазии художника.

Конгресс США принял особые законы, позволяющие патентовать изделия химерологов. Сначала было разрешено патентовать одноклеточные организмы, потом — многоклеточные. Правда, последний закон был принят с оговоркой. Запрещено брать патенты на... людей. Потому-де, что такой патент дал бы изобретателю-химерологу право личного владения и продажи, а это противоречит, оказывается, тринадцатой поправке к конституции, запрещающей рабовладение.

Бактерие-, растение-, животнотворчество расцветает пышным цветом. Принимаются заказы на всевозможные химерические сочетания представителей всех царств живого, населяющих землю.

Сотрудники Института физиологии животных при Кембриджском университете (Великобритания; подобные же работы ведутся

Еще одно прибавление
к коллекции химер.
Глиняная игрушка
«Оборотень» (слева).



«Козобараны» ►

и западногерманскими учеными), манипулируя с зародышевыми клетками — использование «комбинированных» эмбрионов — овец и коз, получили восемь химероживотных со смешанными признаками.

Теперь овцы рожают козлят, а козы — ягнят... Мало того, уже существуют козы с участками шкуры, покрытыми овечьей шерстью, и овцы, кое-где «украшенные» прямыми козьими прядями.

Эти «лоскутные» животные — их предлагают называть либо овцекозами, либо козобаранами — все же больше интересуют работников зоопарков, чем специалистов сельского хозяйства. Что же, дело только начато, поэтому получение от одного вида домашнего скота одновременно козьего молока и сыра, баранины и овечьей шерсти пока не считается вероятным.

Зато появилась возможность воспроизводить и сохранять для будущих поколений людей породы редких, исчезающих с лица земли зверей. Вот пример. Биологам Нью-Йоркского зоологического общества недавно удалась пересадка зародыша индийского дикого буйвола (он занесен в Красную книгу) обычной корове, которая в результате принесла теленка этой редкой породы.

«ЗДЕСЬ НЕТ МЕСТА ДЛЯ ПРАЗДНЫХ ЗРИТЕЛЕЙ...»

Для химерологов одна из главных теоретических проблем — это вопрос о том, насколько химерические создания будут жизнеспособны. Есть ли для них место в этом мире? Или же эти существа так и останутся бесплодными (и в буквальном смысле: многие хи-

меры не дают потомства) игрушками в руках экспериментаторов? Короче, есть ли у химер будущее? Ответить на эти вопросы пытался английский писатель Герберт Уэллс.

Г. Уэллс (1866—1946) дожил до взрывов первых атомных бомб, уничтоживших японские города. В романе «Освобожденный мир» (1914) Уэллс предупреждал об опасностях атома; трудно сказать,





«Друтел» — это существо создано фантазией польского писателя С. Лема, оно пришло со страниц романа «Эдем» (опубликован в 1959 году).

что чувствовал он, слыша по радио, как сбываются его пророчества. Родители Уэллса принадлежали к верхней прослойке помещичьих слуг: отец был садовником, мать — экономкой. Облик писателя — было в нем, право, нечто химерическое — был далек от аристократического: очень короткие руки и ноги, непропорционально большой торс — портным тут было над чем подомать голову! Порой им овладевали — джентльмен этого бы себе не позволил! — приступы ярости. Знакомые, приглашая его на званые обеды, всегда тщательно выясняли, разговаривает сейчас Уэллс с тем или иным из их гостей или нет. Уэллс знал латынь, читал и мог даже разговаривать по-французски, но так до конца своих дней и не набавился от простонародного говора, когда говорил на родном английском языке. Уэллс перепробовал множество профессий — был посыльным, приказчиком в лавке, учителем, работал в газете фельетонистом и очеркистом, но ощущение полноты жизни ему дало лишь писательство. «Писательство — одна из нынешних форм авантюризма, — писал он в предисловии к своему первому русскому собранию сочинений. — Искатели приключений прошлых веков ныне сделались бы писателями». Уэллс окончил (1888) Лондонский университет, биолог по образованию. Но справедливее считать его принад-

лежащим к породе людей, которых англичане называют *selfmade man* (человек, который сам себя сделал), — он очень много, беспорядочно читал, интересуясь всем сразу (в науках — от социологии до физиологии). «Меня всегда интересовало все новое, необычное, — признавался он. — Мой ум скучает, когда сталкивается с привычным, обыденным — это пресная пища... Мой ум загорается, только когда я встречаю какую-нибудь загадку, проблему или явление из ряда вон выходящее... Таким уж я родился...» Страсть к неизведанному трижды заставила Уэллса посетить Россию (1914, 1920, 1934). В. И. Ленин покорила писателя, хотя он и называл Ильича в своей книге «Россия во мгле» «кремлевским мечтателем». Прибыв из благополучной и упорядоченной Англии в истерзанную революциями и гражданской войной нищую Россию («Подумайте только, — восклицал Уэллс, — у Горького был всего лишь один-единственный костюм, который он носил всегда — в будни и в праздники, днем и вечером»), писатель растерялся: он посчитал утопией ленинский план электрификации, не верил, что наша страна без посторонней помощи сможет одолеть разруху. Позднее он называл Ленина уже не мечтателем, а пророком. О себе же писал так: «Ленин, после единственного разговора со мной, сказал, что я неисправимый мещанин. В этом отношении Ленин показал себя трезвым наблюдателем». Встречался Уэллс и со Сталиным (1934), ему он* пытался внушить идею построения социализма «по методу Рузвельта». «Во время беседы, — писал Уэллс, — я понял, как велика разница между Лениным и Сталиным». Все знают Уэллса как писателя-фантаста, его первый фантастический роман (1895) «Машина времени» (в нем действие перенесено в 802701 год) не только прославил имя Уэллса, но и открыл историю научной фантастики XX века. Но менее известно, что Уэллс написал и множество реалистических романов (тут он вволю поиздевался над английскими буржуа), а также публицистических (в них он, в частности, пропагандировал идею «организованного капитализма»). Мало известен Уэллс и как просто крупная личность, как гуманист, как человек-борец. «Жизнь и мир прекрасны, — писал он, — но это не красота курорта — это красота арены, вокруг которой море и небо, горы и широкие улицы. Жизнь прекрасна. Прекрасно тонкое кружево листвы на деревьях, прекрасны тычинки и лепестки каждого цветка, прекрасны загорелые человеческие тела. Она звучит голосами птиц и сотрясается раскатами грома. И все же это арена. Здесь нет места для праздных зрителей, здесь надо желать, принимать решения и осуществлять их, наносить и получать удары — и потом уйти».

И Уэллса, также как и Леонардо да Винчи, можно причислить к когорте людей, предвосхитивших появление химерологии. В 1896 году фантазия Уэллса создает роман «Остров доктора Моро», в котором писатель ставит проблему ОЧЕЛОВЕЧИВАНИЯ ЗВЕРЕЙ.

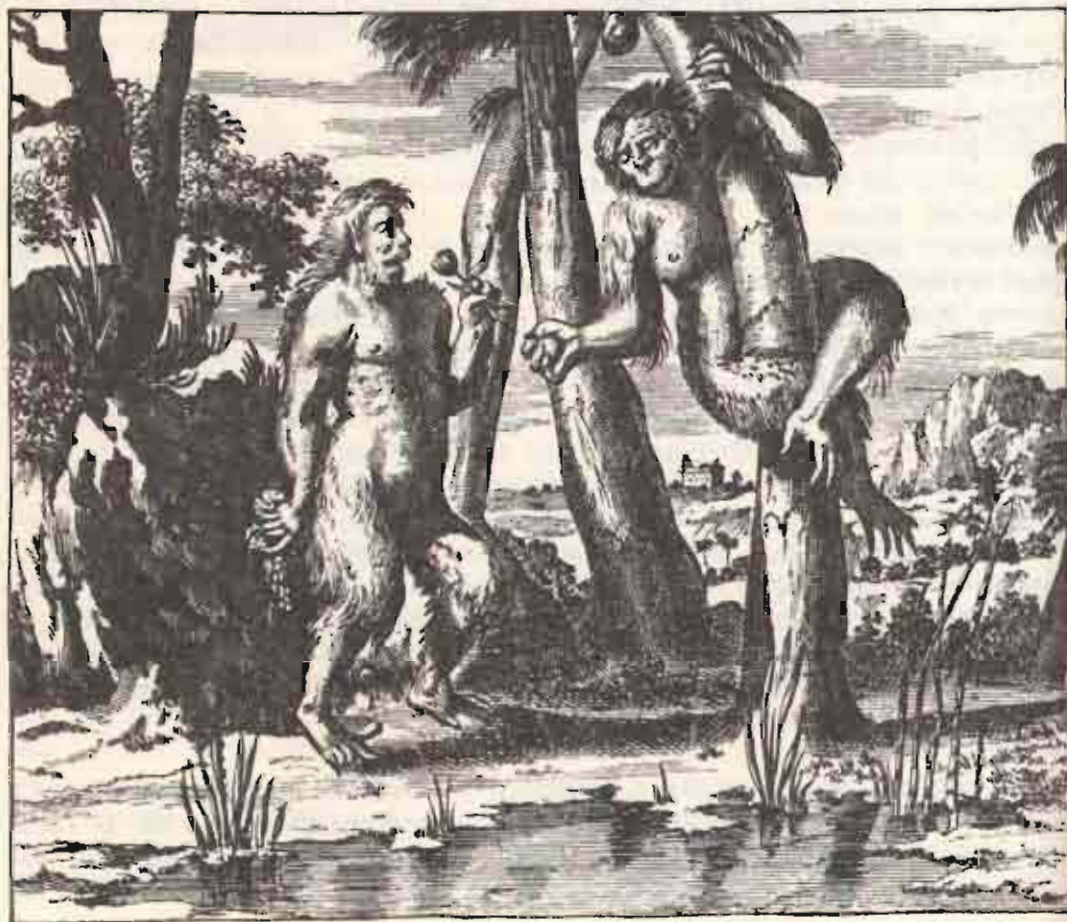
«ТАКОВ ЗАКОН. РАЗВЕ МЫ НЕ ЛЮДИ?»

Главным героем книги был кролик, который жил как все дикие кролики, но был умен, как Альберт Эйнштейн или Вильям Шекспир. Между прочим, это была крольчиха... Жила она нормальной жизнью, как любая другая крольчиха, несмотря на свой гигантский интеллект. И она решила, что этот интеллект является ненужным придатком вроде какой-то опухоли, совершенно бесполезной для кроличьего миропонимания. И она отправилась — прыг-скок! — в город, чтобы ей там удалили эту опухоль. Но добраться до города она не успела: по дороге ее пристрелил охотник по имени Дадли Фарроу...

КУРТ ВОННЕГУТ «Экзотика для животных,
или Прощай, земной попрыгаляшке»

В романе Уэллса рассказчик, некто Прендик, попадает на один из островов в океане, где поселился знаменитый хирург, доктор Моро, бежавший от преследований «антививисекционистов». Моро производит фантастические опыты над животными, пытается придать им человеческие черты.

Старшая гравюра, изображающая обезьянолюдей.





Это сражение с человекозверьми вполне соответствует ужасам, творящимся на острове доктора Моро.

Химеры Моро слатаны из многих зверей — из верных собак и хитрых лис, хищных гиен и свирепых быков, из тех, кто любит копаться в земле, и тех, кто любит пить кровь своей жертвы.

Цель Моро — искусными хирургическими приемами, вивисекционными, страшно мучительными для живого средствами, путем пересадки желез, тканей довести развитие животных до человеческого уровня. Прендик видит на острове тварей, которых Моро посредством операций сделал способными к выполнению некоторых человеческих функций. Четвероногие превращены в двуногих, одни из них приучены к работе по переносу тяжестей, другие умеют строить примитивные жилища...

Моро учит своих питомцев носить одежду, стремится привить им социальные навыки. Опирируя им голосовые связки, хирург учит этих полулюдей-полуживотных говорить.

Создана и особая «религия». Химеры Моро преклоняются перед ним (они называют его: «Тот, с бичом»), как перед божеством. Особенно страшит их «Дом страдания» — вивисекционная, где Моро творит свои страшные опыты.

Чтобы не забывать, что они уже не звери, химеры Моро собираются и хором, под руководством «Чтеца закона», распевают заповеди, которые им внушил их бог-хирург:

Не ходить на четвереньках! Таков закон. Разве мы не люди?
Не лакать воду, а пить! Таков закон. Разве мы не люди?
Не есть мяса или рыбы! Таков закон. Разве мы не люди?
Не бросаться на людей! Таков закон. Мы ведь люди!

Кошмарный эксперимент Моро в романе не удался. Этот химеролог погиб, растерзанный созданными им чудовищами. После его

смерти осталась не процветающая колония, к чему он стремился, а стадо быстро дичающих, регрессирующих хищных зверей.

До смерти напуганный всем виденным им на острове, Прендик, вернувшись в Англию, начинает бояться и людей. Вот его признание: «...Мое беспокойство приняло весьма странную форму: мне никак не удается убедить себя, что мужчины и женщины, которых я встречаю, под внешней оболочкой, создающей видимость человека, прячут свою истинную сущность, что это племя чудовищ, животных, вынужденных прикидываться людьми; и что скоро они начнут регрессировать, выказывая одну за другой черты, свойственные животным...»

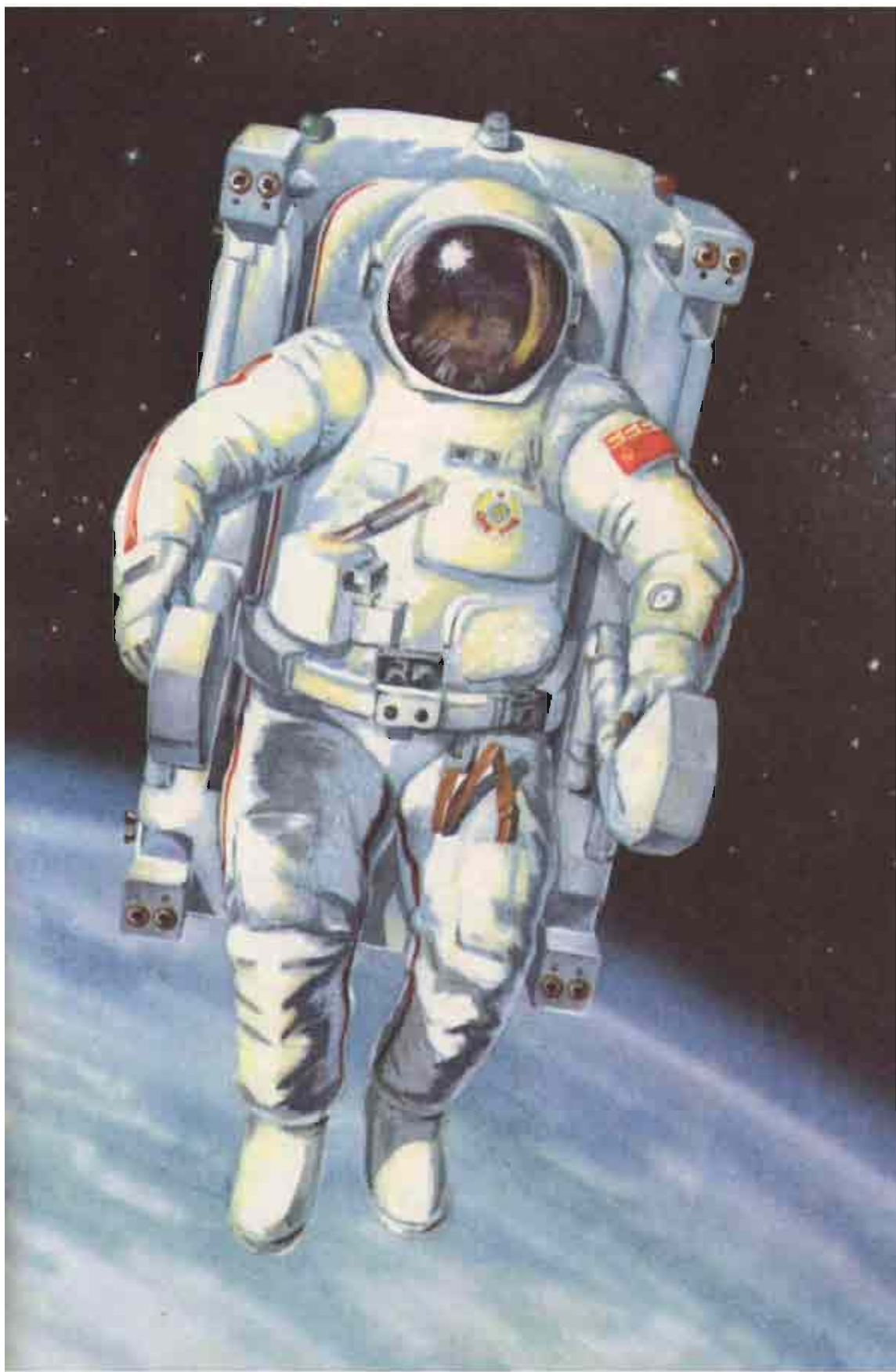
Роман Уэллса красноречиво свидетельствует: полулюди-полузвери обречены, им нет места под солнцем. Ю. И. Кагарлицкий (им написана практически единственная на русском языке достаточно полная биография писателя), анализируя идейное содержание «Острова доктора Моро», замечает: «Они не люди. Но наполовину уже и не звери. И судьба у них та же, что у людей. Они жалки и несчастны. Их звериные инстинкты подавлены, но все время дают о себе знать. Их человеческое начало еще не стало условием их внутренней свободы. — пока что это только оковы на их звериной природе. Они «от одного ушли, к другому не пришли». Их внешняя незавершенность в полном соответствии с незавершенностью внутренней. Они не звери, подвластные одним лишь инстинктам, не люди, послушные голосу разума. Они ни то ни другое. Поэтому они так опасны и жалки».

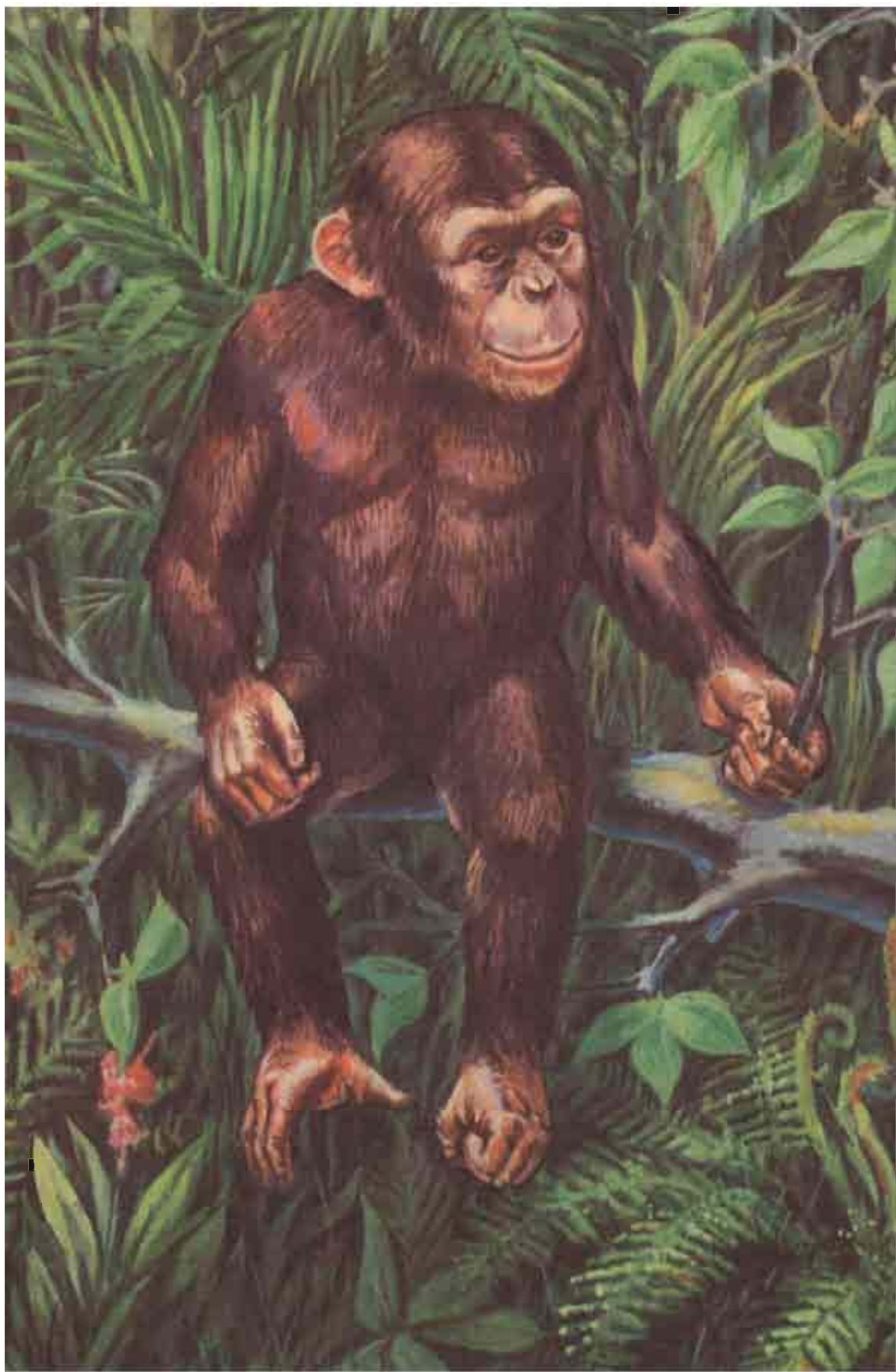
«ЭЙ, ГОМО САПИЕНС, У ТЕБЯ ПОЯВИЛСЯ СОПЕРНИК!»

Своим романом Уэллс показывает, какая пропасть отделяет человека от животных и как трудно заполнить ее жизнеспособными химерическими формами. Кажется, спорить с этим бессмысленно. Однако новейшие изыскания генетиков дают этой теме новый поворот.

В последнее десятилетие начала бурно развиваться новая ветвь наук — молекулярная антропология. Она-то и занялась сравнением ДНК человека и животных, точнее, обезьян. И выводы получились любопытные. Выяснилось, что человек состоит в гораздо более близком родстве с шимпанзе и гориллой, чем мы прежде предполагали. Ученые уверены, что мы не двоюродные, а родные их братья! «Хотя с виду мы выглядим иначе, чем волосатые обезьяны, многие различия между нами именно такие — внешние», — пишет профессор физической антропологии Калифорнийского университета (США) Шервуд Уошбэрн.

Родные братья человека разумного (гомо сапиенс) гомо космикус — человек космический. Рисунок гоманоида — шимпанзе помещен на стр. 222.





Если бы мы взяли «большую энциклопедию ДНК» (весь генофонд), полагают ученые, и изменили бы только одну специфическую букву из каждых ста, то получили бы копию обезьяны. И наоборот, изменив только одну букву в каждой сотне букв генетического текста шимпанзе, мы получили бы человека.

«Если сравнить информацию, заключенную в генах, с определениями слов в толковом словаре, — пишет видный генетик француз Ж. Лежён, — а хромосомы считать отдельными томами этого словаря, то придется сделать вывод, что разница между человеческим и обезьяньим словарями состоит главным образом в расположении материала. Целые абзацы у обезьян построены так, что текст надо читать наоборот. Разделы, которые в нашем словаре идут подряд, в обезьяньем разбросаны по разным томам. То есть разница — не в алфавите, а в характере изложения, и знаменитая фраза Бюффона «стиль — это человек» для биологов имеет не менее конкретный смысл, чем для литературоведа».

Выводы из всех этих сопоставлений? О них однажды возвестила миланская газета «Коррьере делла сера». В ней можно было прочесть такие броские фразы: «Фантастическая возможность скрещивания человека с обезьяной получает подтверждение! Секретные лаборатории готовят людям подарок — премиленький гибридчик человека и шимпанзе! Эй, гомо сапиенс, у тебя появился соперник! Обезьяночеловек выживет нас с Земли!»

Откуда дуют эти газетные ветры? Неужто наша Земля станет



*Волосатый человек.
У человека наряду
с нужными ему,
полезными для жизни,
могут развиваться еще
и рудиментарные органы,
утратившие свое основное
назначение в процессе
исторического развития
данных организмов.
У человека к
рудиментарным
относятся хвостовые
позвонки, волосяной
покров туловища, ушные
мышцы, червеобразный
отросток слепой кишки
(аппендикс) и так далее.
Издавна были известны
случаи рождения людей,
у которых, к примеру,
все тело и лицо были,
как у обезьяны, покрыты
волосами.*

в будущем «планетой обезьян»? О возможности создания человеко-обезьяны заговорил видный итальянский антрополог профессор Флорентийского университета Брунетто Кьярелли, интервью с ним и дало повод для крикливых газетных заголовков.

Кое-кого, отмечал профессор Кьярелли, действительно заинтересует перспектива порождения «недочеловеков». Ведь эти существа смогут исполнять монотонную, неприятную человеку работу и даже служить живыми «банками» пригодных для пересадки больным людям органов. Техника искусственного оплодотворения и ныне уже достаточно высока, а поскольку она непрестанно совершенствуется, создание подобного гибрида в близком будущем станет вполне реальным делом.

Закончил свое выступление Кьярелли очень симптоматично. «Нам, как никогда прежде, — говорил он, — нужна логичная система таких понятий, как «добро» и «зло», «справедливость» и «несправедливость», «свобода» и «необходимость», «правильность» и «ошибочность»... Нам недостает общих принципов, которые оправдывали бы применение этих отвлеченных концепций ко всему существу на земле.

НА ПАРИ С БАЙРОНОМ

И вновь добро борется со злом. И вновь мы возвращаемся к обсуждению возможности (правда, пока мысленной!) создания химер. И вновь ученых опередили фантасты. На этот раз речь пойдет о романе английской писательницы Мэри Уолстонкрафт ШЕЛЛИ «Франкенштейн, или Современный Прометей».

Шелли (1797—1851), дочь английского писателя и историка Уильяма Годвина (1756—1836), жена одного из величайших лириков мира английского поэта Перси Биши Шелли (1792—1822). История литературы знает мало случаев, когда первая повесть начинающего автора, написанная в девятнадцать лет, становится частью национальной классики и приобретает международную известность. Именно так сложилась судьба книги М. Шелли «Франкенштейн» (1818). Творческая история создания этого произведения хорошо известна, роман был начат и закончен в Швейцарии, где в то время находились П. Шелли с женой и великий английский поэт-романтик Джордж Гордон Байрон (1788—1824). Толчком к написанию «Франкенштейна» явилось своего рода пари, заключенное между Байроном, супругами Шелли и Полидори (домашний врач Байрона). «Пусть каждый из нас сочинит страшную повесть», — сказал лорд Байрон, и это предложение было всеми принято. Каждый взялся представить произведение, основанное на ледящих душу готических, иррациональных мотивах. Ближе всех к сердцу принята это задание Мэри Шелли. В предисловии к «Франкенштейну» она потом писала: «Я решила сочинить повесть,



Титульный лист книги английского поэта и драматурга Кристофера Марло (1564–1593) «Фауст»

Момент трагической сделки человека с дьяволом.

которая обращалась бы к нашим тайным страхам и вызывала нервную дрожь, такую, чтобы читатель боялся оглянуться назад, чтобы у него стыла кровь в жилах и громко стучало сердце». Хотя М. Шелли и была в изящной словесности новичком, подготовлена она оказалась к подобным занятиям неплохо, прежде всего потому, что была очень образованной женщиной. Списки книг, прочитанных ею только в первые годы замужества, могли бы лечь в основу «программы-минимума» университетского курса. Она штудировала многотомные труды по истории древнего и нового мира, трактаты философов и социологов, сочинения античных классиков и современных поэтов. Кроме латинского языка, с которым она уже была знакома, Мари с первых же месяцев замужества принимается за греческий, потом — за итальянский. Дисциплина мысли и памяти не раз служила ей поддержкой в тяжелых испытаниях жизни, не давая ей сломиться и пасть духом. «Умственные занятия стали для меня необходимее, чем воздух, которым я дышу», — писала она в своем дневнике. А судьба готовила Мари Шелли тяжелые удары. Летом 1822 года трагически — ему было всего 30 лет — погиб ее

муж, Перси Шелли: яхта, на которой он находился, была застигнута внезапным шквалом, тела погибших удалось обнаружить только через несколько дней. В 1824 году в далекой Греции умирает от лихорадки Байрон. Он отправился туда, чтобы принять участие в освободительной борьбе греческих патриотов против турецкого ига. М. Шелли, оставшись без средств, жила скудными литературными заработками, отныне посвятив свою жизнь своему единственному сыну. Она написала еще пять романов, но ни один из них не стал вровень с «Франкенштейном». И на титульных листах ее романов обычно вместо ее фамилии просто значилось: «Автор «Франкенштейна»».

Содержание романа Мэри Шелли вкратце таково. Виктор Франкенштейн, молодой швейцарский ученый, убежден в могуществе человеческого разума. Одаренный ненасытной любознательностью, он с детства зачитывается сочинениями средневековых «чернокнижников» — Корнелия Агриппы, Парацельса, Альберта Великого, которые сулят ему магическую власть над природой.

Позже, убедившись в несостоятельности алхимии, Франкенштейн обращается к естествознанию. Химия, анатомия, физиология, физика теперь увлекают его воображение. Он захвачен «чудесами», совершаемыми учеными, которые «проникают» в тайны природы. Этот «современный Прометей», желая постичь загадку возникновения живой материи, надеется, что в будущем, быть может, он сумеет возвращать к жизни умерших, побеждать смерть. А его ближайшей целью становится создание искусственного живого организма, во всем подобного человеческому.

ГОМО НОВУС

Франкенштейн достигает своей цели. Он создал человекоподобного гиганта, наделенного необычайной силой, выносливостью и энергией. Эта химера (доктор Франкенштейн сфабриковал ее из трупного материала) имеет отталкивающий вид. «Однажды печальной ноябрьской ночью, — рассказывает в романе Франкенштейн (все детали подобраны М. Шелли в духе готики, чтобы создать атмосферу тайн и ужасов. — Ю. Ч.), — я узрел завершение моих трудов... Я увидел, как открылись тусклые желтые глаза; существо начало дышать и судорожно подергиваться... Желтая кожа слишком туго обтягивала его мускулы и жилы; волосы были черные, блестящие и длинные, а зубы белые, как жемчуг; но тем страшнее был их контраст с водянистыми глазами, с сухой кожей и узкой прорезью черного рта...»

Конечно, мотив страха играет в романе лишь служебную роль. Гораздо важнее для автора было то, что страшилище (в романе оно называлось демоном) могло МЫСЛИТЬ! А это уже значило, что химера Франкенштейна, должна была либо найти себя живу-

щей с людьми в ладу и мире, либо ополчиться против человечества.

По мнению литературоведов, М. Шелли стала первой из писателей, использующих жанр «научного романа» (the scientific romance) и жанр «романа ужасов» (the novel of horror). Мы бы сказали просто, что то был научно-фантастический роман, со всеми его атрибутами.

Научные корни произведения таковы. «Лорд Байрон и Шелли часто и подолгу беседовали.—вспоминала М. Шелли,—а я была прилежным, но почти безмолвным слушателем. Однажды они обсуждали различные философские вопросы, в том числе секрет зарождения жизни и возможность когда-нибудь открыть его и воспроизвести. Они говорили об опытах доктора Дарвина... Решили, что оживление материи пойдет иным путем. Быть может, удастся



Франкенштейн создает свое чудовище, человекоподобного гиганта, наделенного необычайной силой, выносливостью и энергией. «Однажды ненастной ночью,— рассказывает в романе Франкенштейн,— я узрел завершение моих трудов... Я увидел, как открылись тусклые желтые глаза, существо начало дышать и судорожно подергиваться... Желтая кожа слишком туго обтягивала его мускулы и жилы; волосы были черные, блестящие и длинные, а зубы белые, как жемчуг; но тем страшнее был их контраст с водянистыми глазами, с сухой кожей и узкой прорезью черного рта...»

оживить труп; явление гальванизма, казалось, позволяло на это надеяться; быть может, ученые научатся создавать отдельные органы, соединять их и вдыхать в них жизнь...»

Эта ученая беседа двух великих поэтов и дала научную основу роману — Виктор Франкенштейн увлечен проблемой ОЖИВЛЕНИЯ материи. Он желает воплотить в реальность старый миф о СВЕРХ-ЧЕЛОВЕКЕ, пытается «сочинить» ГОМО НОВУС — НОВОГО ЧЕЛОВЕКА, с невиданной прежде силой мышц и интеллекта. Создание, которое, по замыслу, должно было творить в мире ДОБРО.

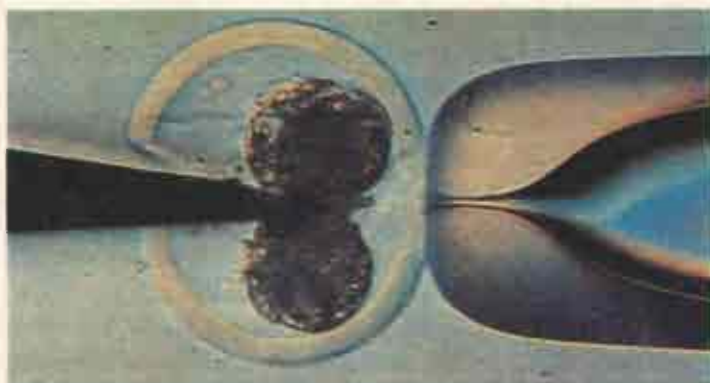
Увы! Демон Франкенштейна не может найти себе места в человеческом обществе, его ожесточает одиночество, и он становится человеконенавистником. Первыми жертвами его сокрушительной силы становятся самые дорогие для Франкенштейна люди: он теряет брата, жену и лучшего друга. Затем чудовище убивает и своего творца. В романе М. Шелли отчетливо звучит тема ответственности ученого перед человечеством — это и придает роману столь актуальное значение и в наши дни. «...Меня охватили мысли о возможных последствиях, — говорит в романе Франкенштейн, — моего предприятия... На земле расплодятся целая раса демонов, которая может создать опасность для самого существования человеческого рода». И ученый спрашивает себя: «Имею ли я право ради собственных интересов обрушить это проклятие на бесчисленные поколения людей?»

Со времени выхода романа имя Франкенштейна стало нарицательным. Им часто называют тех, кто развязывает или пускает в ход силы, ускользающие затем из-под контроля. Сейчас, когда наш век клонится к закату, идейный смысл романа все чаще начинают вспоминать в связи с деятельностью генетических инженеров, с их стремлением создавать химеры, в том числе и человекоподобные.

«Я ПОСЛАЛ ТЕБЕ КОРОВУ В КОНВЕРТЕ»

Сенсация! Один из главных нацистских преступников, доктор Менгеле, не погиб, а укрылся в Бразилии. Мало того, из Берлина, в который уже вступали советские войска, Менгеле успел вывезти кусочек кожи Фюрера. После многих экспериментов он сумел извлечь из клеток кожи ядра и ввести их в женские яйцеклетки... За тысячу долларов преступник купил согласие женщин одного из индейских племен выносить и родить зачатых таким необычным способом младенцев. Теперь можно считать, что Гитлер жив, и уже не один, а сотни гитлеров!.. Таков, в пулеметном изложении, сюжет полудантасического-полудетективного романа «Мальчишки из Бразилии», который лет десять назад вышел в США и стал бестселлером.

Клонирование, точное копирование, воспроизведение из одной растительной или животной клетки целого организма (давшего эту клетку) или даже десятков, сотен — сколько угодно! — таких орга-



Однонедельный зародыш, изъятый у искусственно оплодотворенной кобылы, разделили на две части (вверху) и эти половинки зародыша ввели двум «приемным матерям», которые выносили и произвели на свет генетически идентичных жеребят. Сейчас этим лошадям (снимок внизу), получившим клички Вопрос и Ответ, три года.



низмов-близнецов — вот еще одна фантастическая возможность, которую обещает нам биоинженерия. К этой теме уже не раз обращалась научно-популярная литература: к примеру, несколько публикаций появилось в журнале «Химия и жизнь» (многие подробности заимствованы нами из этого источника).

Все началось, считается, с опытов англичанина Дж. Гёрдона (Кембридж), затем того же примерно сумели достигнуть и ученые США. Как и Гёрдон, они были способны вывести головастика, у которого не было матери, точнее, она была, но не являлась родителем, как это обычно понимается.

С помощью тончайшей пипетки исследователи извлекали ядро из лягушачьей клетки и пересаживали его в уже оплодотворенную яйцеклетку другой лягушки — «матери». Собственное ядро этой яйцеклетки убили ультрафиолетовым облучением. Обычно двойной набор хромосом зародыш получает поровну от отца и от матери — теперь же хромосомы доставались зародышу лишь от «отца», от лягушки-докора, той, что дала свое ядро.

Это был первый шаг в клонировании организмов, затем последовали и другие. Более сложный эксперимент попытался произ-

вести другой англичанин, Дерек Бромхолл (Оксфорд). Ему удалось пересадить ядро соматической клетки в яйцеклетку кролика. Тут, однако, следует признаться, что эти попытки не завершились полным, как это случилось с лягушками, успехом. Клонировать кроликов не удалось. Процесс шел нормально только на ранних стадиях развития эмбриона.

И очень жаль! Умение клонировать млекопитающих пришлось бы нам очень кстати. Так можно было бы тиражировать, получать множество точных копий, скажем, высокопродуктивных коров. Коров-рекордсменок. Или овец-мериносов, с необыкновенно мягкой и сверхизобильной шерстью. Или скаковых лошадей-чемпионов. И так далее.

Почему трудно клонировать млекопитающих? Причин несколько. Специалисты сетуют, что-де яйцеклетки млекопитающих намного меньше по размеру, чем у лягушки, потому и экспериментировать с ними труднее. Учесть надо еще и то, что развитие лягушек происходит вне организма — на водной поверхности болот, прудов и озер, в то время как полученный в пробирке эмбрион млекопитающих (той же коровы) может нормально развиваться лишь в материнском организме.

Но надо полагать, все эти препятствия временные. И наступит время, когда образцовые породы млекопитающих можно будет распространять по белу свету просто по... почте. В обычном конверте, где свободно разместятся подсушенные по особым рецептам клетки высокоценных животных. И письмо-послание будет предваряться словами: «Я послал тебе корову в конверте».

СЕМЬ МИЛЛИОНОВ ДОЛЛАРОВ ОТСТУПНОГО

Биологи пока еще не подарили человечеству возможность клонировать людей, но это, однако, не останавливает бойко пишущих на эту тему писателей. Американский журналист Дэвид Рорвик сумел сколотить на этом деле немалые деньги. И дурную славу. Он написал и опубликовал книгу под названием «По его образу и подобию», где утверждал, что к нему в 1973 году якобы обратился некий миллионер — фамилию его журналист не захотел назвать — и просил его (Рорвик широко известен как популяризатор наук) быть посредником в щекотливом деле. Миллионер просил свести его с ученым-генетиком. Прознав про клонирование, этот богачей захотел, чтобы ему создали двойника. Таков зачин этой истории.

И вот в неазванной стране на деньги миллионера, деньги крупные, была выстроена и оснащена самой первоклассной техникой секретная лаборатория. И закинула работа. Длилась она несколько лет и дала неплохие результаты. Из тела миллионера извлекли клетки и проделали с ними все необходимые процедуры. Подыскали и женщину, которая за крупные деньги согласилась вынашивать копию миллионера. Как положено, через девять месяцев родился

нормальный младенец. Сейчас ему, писал Рорвик, уже два года, и он одновременно и сын миллионера и его как бы брат-близнец...

Специалисты отнеслись к произведению Рорвика как к ловкой мистификации, подделке, выдумке, многое тут казалось подозрительным, они не верили ни в существование секретной лаборатории, ни в ее — с чего бы это! ни у кого из светил не получается, а тут... — явно мнимые успехи. Роман Рорвика так и остался бы просто лакомым чтивом, если бы... Если бы он не совершил промашки, не раскрыл бы имя того генетика, который и взялся за столь деликатное поручение. Дерек Бромхолл, мы о нем уже упоминали, в науке фигура известная, его-то неосторожно и назвал Рорвик. Это придало его рассказу достоверность, но и принесло много неприятностей.

Дальше события приняли совершенно неожиданный оборот: Бромхолл подал на Рорвика в суд! Этой тяжбой занимались судебные власти штата Филадельфия. За использование без разрешения его имени в сочинении, являющемся вымыслом, так утверждал Бромхолл, ученый потребовал от автора компенсацию в размере семи миллионов долларов!

Говорят, эта сумма не так уж и велика в сравнении с выручкой от продажи книги «По его образу и подобию». Кто знает, так ли это на самом деле. Но вот что известно точно. Суд заседал несколько раз. Рорвик обещал представить «отца» и клонированного «ребенка» экспертам. Так, чтобы можно было, проведя хромосомный анализ (генную дактилоскопию!), убедиться, что все изложенное им в романе чистейшая правда. Чем все кончилось? Доказательства так и не были представлены, и суд решил дело в пользу истца — Бромхолла...

О клонировании людей еще много будут говорить и писать. П. Катинин, автор статьи в журнале «Химия и жизнь», меланхолически замечает, что было бы ужасно скучно встречать на улицах одних лишь Мэрилин Монро да Альбертов Эйнштейнов. И что мало вывести десятки Ван Гогов, Достоевских и Моцартов, надо еще устроить их на работу. Но уж эта проблема, полагает П. Катинин, лежит вне рамок инженерной биологии.

А тем, кто опасается, что клонирование позволит вывести на свет божий сотню гитлеров, отвечает сам доктор Бромхолл. Его эта вроде бы грозная перспектива не страшит. Даже если удастся найти сто женщин, согласившихся стать приемными «матерями» новоявленных фюреров, то и тогда цель достигнута не будет. Ведь этих гитлеров надо еще вырастить и воспитать. Все влияющие на психику развивающегося организма факторы учесть невозможно. Да и времена другие, климат — политический, технический и так далее — уже не тот, что был, когда Адольф Шикльгрубер (настоящая фамилия Гитлера, а родился он в Австрии в 1889 году) созрел как будущий лидер фашизма и нацистский преступник.

Даже две химически тождественные копии человека, полагает

Бромхолл, могут превратиться в очень разных по характеру, мировосприятию и убеждениям людей. И среди сотни гитлеров, вероятнее всего, будут и гитлеры-пацифисты, и гитлеры-антифашисты, и даже гитлеры-марксисты. Ибо природа не терпит однообразия. И эту свою склонность она обычно пытается доказать всеми возможными ей способами.

«ДИНОЗАВРА СДЕЛАЙ САМ!»

*Молчат гробницы, мумии и кости, —
Лишь слову жизнь дана:
Из древней тьмы, на мировом погосте,
Звучат лишь Письмена.
И нет у нас иного достоянья!..*

И. А. БУНИН. «Славяне»

Живой динозавр, взирающий на нас из-за забора, огораживающего территорию научно-исследовательской лаборатории, где он родился, — что может быть сказочнее! Однако химерологи уверены, что существует по крайней мере принципиальная возможность такого чуда. Основания дает уже не клеточное, а МОЛЕКУЛЯРНОЕ клонирование молекул ДНК.

Но прежде чем заняться динозаврами, ученые хотели бы «набить руку» на оживлении мамонтов.

В 1977 году в Сибири, в бассейне реки Колымы, в слое вечной мерзлоты был обнаружен хорошо сохранившийся мамонтенок, «мамонтенок Дима» — так его назвали исследователи. Тогда же была образована представительная комиссия по изучению находки, ее возглавил академик Н. А. Шило. Обследованием редкой находки занималась и группа американских ученых.

Было установлено, что часть мышечной ткани пролежавшего в естественном «холодильнике» около 40 тысяч лет животного находится в нативном (жизнеспособном) состоянии, из нее можно было бы извлекать и генетический материал.

Что делать с ископаемой ДНК? О, тут можно творить настоящие чудеса! Ученым из ФРГ пришло в голову размножить гены дрозофилы, которая была вкраплена в кусочек янтаря. Как сообщил журнал «Naturwissenschaften Rundschau», муху эту удалось даже — подумать только! — пробудить к жизни.

Сначала из клеток насекомого, замурованного в янтаре, извлекли полные наборы хромосом. Затем ими заменили хромосомы оплодотворенных яичек живущей ныне дрозофилы. Ждать пришлось недолго, и выдуившееся из яичек потомство было вплоть до мелочей подобно той запечатанной в янтаре мухе! К сожалению, хотя и были приняты все меры предосторожности, дальнейшие эксперименты пришлось приостановить: весь выводок мух погиб от неизвестной болезни...



Более ста килограммов золота пошло на саркофаг египетского фараона Тутанхамона (правил в 1400—1392 годах до новой эры, вступил на престол в возрасте двенадцати лет, умер, не дожив до двадцати). Это гробница — единственное почти неразграбленное погребение фараона — была обнаружена в 1922 году. Если когда-нибудь дело дойдет до генноинженерного оживления мумий, то вряд ли такой фантастический труд можно будет оценить килограммами золота!



Еще не так давно по земле бродили стада туров, овцебыков и других удивительных животных. Многие из них ныне вымерли. Не придет ли на помощь человечеству, затевшему восполнить потерянную часть животного мира, гениал инженерия?

Аппетит приходит во время еды! Оживили доисторическую муху — отчего не попытаться реанимировать мумию фараона? И этим занялись, во всяком случае, тут были сделаны какие-то самые первые шаги.

Итак, поговорим о молекулярной археологии, рождающейся на наших глазах. В 1985 году работающие в Упсальском

◀ *Наскальные изображения, донесшие до нас живших рядом с первобытными людьми животных, находки останков существ, сохраненные слоями вечной мерзлоты, замурованные в янтаре насекомые — все это, несомненно, будет способствовать становлению рождающейся на наших глазах новой науки — молекулярной археологии.*

университете шведские исследователи сообщили в публикации (журнал Nature) о первом успешном клонировании ДНК, извлеченной из мумифицированных останков (поверхностные ткани ноги) египетского мальчика, жившего — уж это-то установить с помощью радиоуглеродного метода совсем нетрудно — 2400 лет назад. (Мумия эта хранилась в Египетском музее в Берлине, ГДР.)

Техника работы была уже вполне традиционной. Фрагмент ДНК встроили в плазмиду pVC8 и размножили. После этого уже можно было (материала для экспериментов набралось достаточно) расшифровать структуру извлеченной из мумии ДНК. Удалось установить последовательность всех 3400 букв-нуклеотидов.

Этот пример говорит о многом. Во-первых, можно оспорить строчки стихов И. А. Бунина (смотри эпитафию): мумии, как мы убедились, вовсе не молчаливы — из древней тьмы звучат не только Письмена. И особенно громкоголосы молекулы ДНК — об этом поэт, понятно, догадаться уж никак не мог.

Во-вторых, мумифицированные останки древних людей находят не только в Египте, но и в Перу, Японии, Австралии, в Европе. Кто знает, может, где-то будут обнаружены полностью неповрежденные ДНК давно ушедших людей. Тогда удастся решать загадки родства членов семей династий фараонов, судить о переселениях (миграциях) наших далеких предков. Возможно, напрямую удастся заняться и оживлением первобытных людей!

Ну а динозавры? И до них когда-нибудь доберется человек. И почему бы детям конца XXI века не играть в популярную биологическую игру под названием «Динозавра сделай сам!»? Тогда, будем надеяться, генетический состав ДНК динозавров будет установлен, и даже школьники смогут синтезировать (пресса в 1984 году писала о синтезе первой работающей искусственной хромосомы дрожжей!) в порядке, так сказать, домашнего задания хромосомы динозавра, а затем в специальном инкубаторе взрастить такого небольшого — не все динозавры были великанами! — динозаврика. И потом, гордясь перед соседями, разгуливать с ним, как с собачкой, по улицам...



Заключение

Мы говорим о вступлении в биологический век, и это не пустые слова. Это явление огромной значимости, один из поворотных пунктов в истории человеческой мысли. Ученые говорят о нуклеопротеинах и ультрацентрифугах, о биохимической генетике, электрофорезе и электронном микроскопе, о строении молекулы и радиоактивных изотопах. Не подумайте, что все это не более чем еще одна из забав. Это надежный путь к решению проблемы рака и полиомиелита, ревматизма и сердечно-сосудистых заболеваний. На этом пути будут получены знания, на основе которых мы сможем решить проблему обеспечения продовольствием все возрастающего населения Земли. Это путь к познанию тайн жизни.

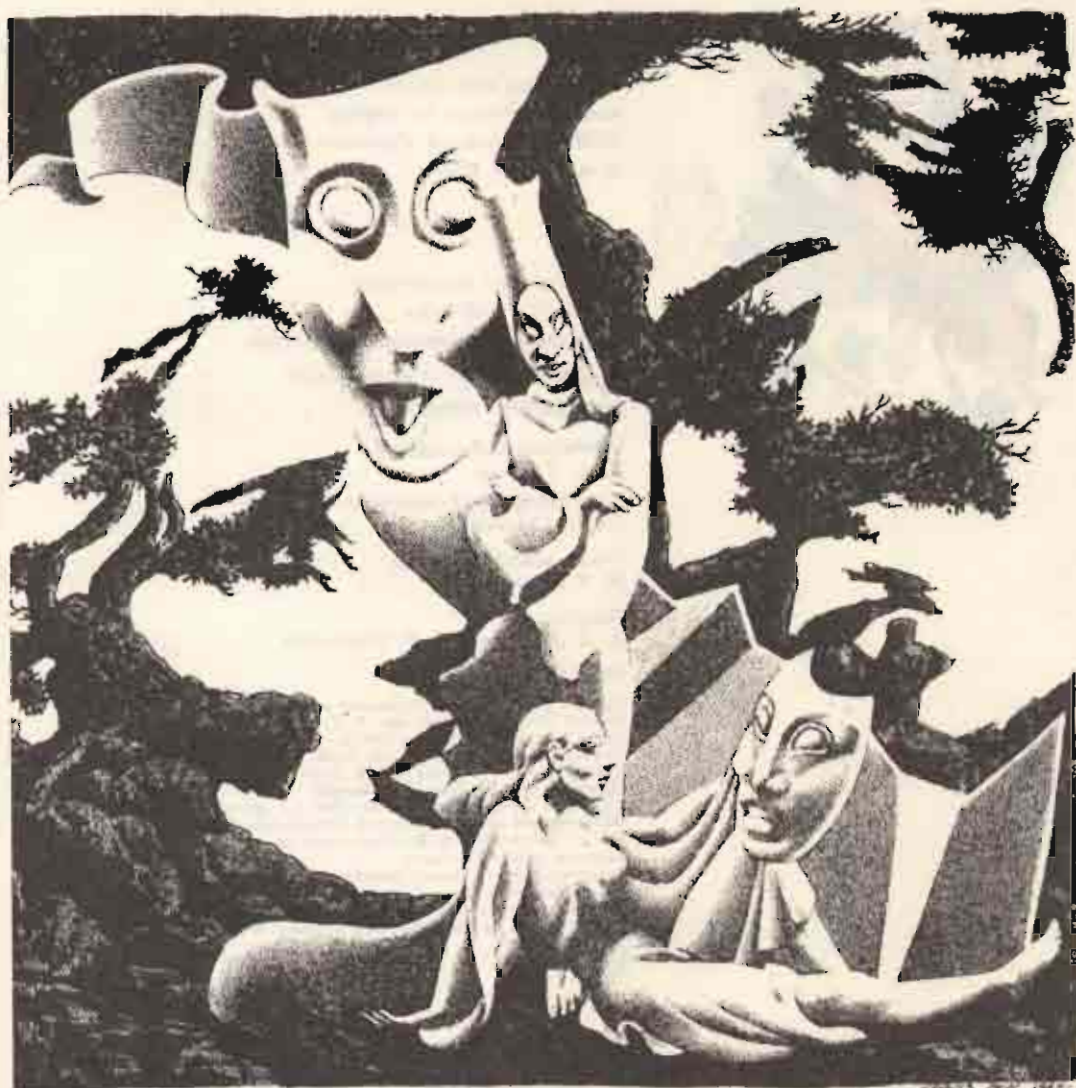
У. ВИВЕР

«Темп, который сегодня набрала молекулярная биология, и пугает, и изумляет меня», — сказал в беседе с корреспондентами журнала «Химия и жизнь» (1987) живой классик науки о ДНК Джеймс Уотсон. Разговор был интересным. Ученый, в частности, коснулся судьбы написанной им (1965) книги «Молекулярная биология гена», — книги, уже выдержавшей несколько изданий на многих языках.

«...Первое ее издание, — говорил Уотсон, — я думаю, сыграло великую роль в Соединенных Штатах, потому что это была небольшая и понятная книга, которую мог прочесть любой ученый. Второе издание было уже размером с Библию. Сейчас готовится четвертое — еще толще. Оно содержит больше фактов, чем я сам знаю. Поэтому сейчас книга стала уже коллективной, в ней авторами выступают специалисты из разных разделов молекулярной биологии. Ее уже не назовешь книгой для тех, кто хотел бы знать только основные принципы. Это труд для специалистов. В ней будет около тысячи страниц, а весить она будет около пяти килограммов. Таков сейчас вес наших знаний...»

С появлением геной инженерии стало модным говорить о доминирующей роли генетики в 80-х годах, как это было с ЭВМ в предыдущие десятилетия. Кажется все же, что это недооценка положения. Мы сейчас входим в широкую «эру генетики», — эру, которая, может быть, не имеет в обозримом прошлом равнозначных событий. Это похоже на революцию, происшедшую в неолите, когда наши предки научились приручать животных и обрабатывать землю.

Мы стоим на пороге БУДУЩЕГО. Перед человечеством открылись бескрайние просторы, неведомая, дикийинная НОВАЯ ЖИЗНЬ. Не о ней ли



говорил в 1902 году, через шесть лет после появления «Острова доктора Моро», в своей публичной лекции «Открытие будущего» (прочитана в Лондоне в Королевском институте) Герберт Уэллс? Этот великий фантаст не знал слов — «гены», «ДНК», его просто томили предчувствия грядущих перемен. И вот как он закончил свою лекцию. Его слова пусть завершат и нашу книгу.

«Вполне возможно, что прошлое — всего лишь начало начала, а все, что есть и было, — лишь первый луч зари. Вполне возможно, что все достигнутое человеческим разумом — всего лишь сон перед пробуждением... Величие будущего дремлет в нашем мире, и настанет день, один из бесконечной цепочки дней, когда существа, пока глубоко запрятанные в наших мыслях и в нас самих, встанут на Земле во весь рост, засмеются и обнимут руками звезды».

Загадочная, импрессионистического толка картина (художник Ханнес Бок), полная тимерического обаяния, начиненная гениошженерными символами и намеками, пусть и завершит эту книгу о тимерах.

К ЧИТАТЕЛЯМ

Отзывы об этой книге
просим посылать по адресу:
125047, Москва, ул. Горького, 43.
Дом детской книги.

ДЛЯ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО
ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
Научно-художественная литература
Чирков Юрий Георгиевич
ОЖИВШИЕ ХИМЕРЫ

Ответственный редактор

Л. А. Чугкова

Художественный редактор

Ю. Н. Стальская

Технический редактор

М. В. Гагарина

Корректоры

В. В. Борисова, Л. В. Савельева

ИБ № 12343

Сдано в набор 12.02.90. Подписано к печати 09.04.91.
Формат 70×100^{1/8}. Бум. офс. № 1.
Шрифт обычный. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 20,25. Усл. кр.-отт. 82,35. Уч.-изд. л. 19,39.
Тираж 100 000 экз. Заказ № 145. Цена 6 р. 30 к.
Орден Трудового Красного Знамени
и Дружбы народов издательство «Детская литература»
Министерства печати и массовой информации РСФСР.
103720, Москва, Центр, М. Чернышевский пер., 3.
Тверской ордена Трудового
Красного Знамени полиграфкомбинат
детской литературы им. 50-летия СССР.
Министерства печати и массовой информации РСФСР.
170040, Тверь, проспект 50-летия Октября, 46.



Чирков Ю. Г.

Ч-65 Ожившие химеры: Научно-художественная
литература / Худож. В. Радаев, Ю. Марты-
ненко; Фотограф А. Кравец. — М.: Дет. лит.,
1991. — 239 с.: ил.

ISBN 5—08—001976—х

«Странная мечта», «пустая фантазия» — только так до недавнего времени справочники и энциклопедии толковали слово «химера». А почему бы не извлечь из сказки и мифа — в явь и быль! — кентавров, русалок, драконов и прочих химерических созданий? Почему бы и нет?..

Об успехах химерологии, или, по-иному, гениш или инкенири, о выращивании груш на вербах и вкакациях фруктах, о зеленых, с хлорофиллом в крови, человечках и толубой марсианской пшенице, о клубках химеризовгов, волосинедах с крыльями и коронах в конвертах, о невозможностях «воскрешения» египетских фараонов и дивьшаров и о прочих химерических диковинах рассказывает в новой книге доктор химических наук Ю. Г. Чирков. А художник В. Д. Радаев собрал для нее дивную коллекцию химер.

Ч 4802020000—266 Без объявл.
М101(03)-91

ББК 28.04



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

