

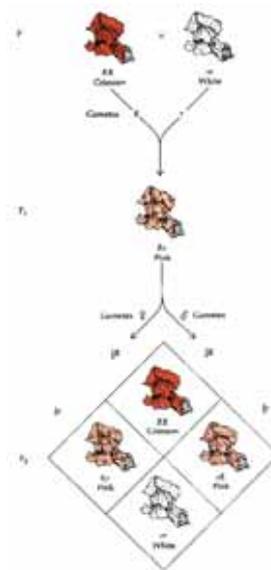
Красота генетики

Многие специалисты, увлеченные своей отраслью науки, считают ее красивой. В самом деле, некоторые науки эстетически привлекательны, к примеру кристаллография или наука о фракталах. Но красивыми, конечно, можно назвать не все науки: вряд ли этот эпитет подойдет, скажем, к физиологии животных. Впрочем, не буду вступать в спор о вкусах, а попробую в этом коротком очерке показать, что та наука, которой я занимаюсь более 50 лет, а именно генетика, не просто интересна (актуальна, полезна и пр.), но и действительно красива.

Генетика, как известно, — это наука об изменчивости и наследственности. Последние лет сорок изменчивость организмов изучают преимущественно на молекулярном уровне, выявляя различия организмов одного вида по белкам или по дезоксирибонуклеиновой кислоте (ДНК). Подход этот в научном плане оказался очень плодотворным, но получаемые результаты эстетического удовольствия доставить не могут. В первые же десятилетия существования генетики как науки исследователи изучали такие признаки организмов, как окраска, форма, нередко выбирая в качестве объекта красивые виды растений или животных. Например, одним из первых растений, на котором в начале XX века стали изучать явления наследственности и изменчивости, был львиный зев (рис. 1).

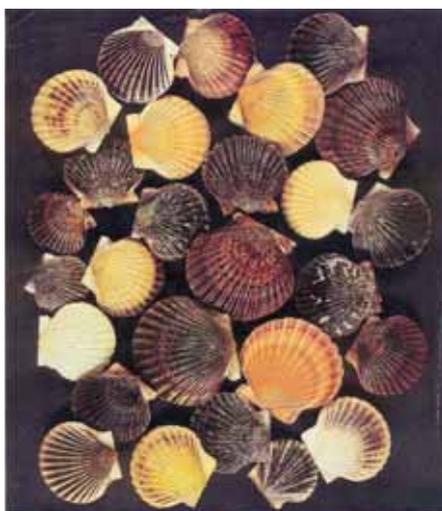


1
*Изменчивость окраски и формы цветка львиного зева (Баур Э. Введение в экспериментальное изучение наследственности. Приложение 8 к «Труды по прикладной ботанике». 1913).
Справа: генетическая комбинаторика — наследование окраски цветка львиного зева (F.J. Ayala, J.A. Kiger. «Modern Genetics». 1980)*



Некоторые объекты более недавних исследований также оказываются красивыми. На обложку «Journal of Heredity» помещают наиболее эффектные цветные фотографии из статей данного номера. Одна из таких фотографий демонстрирует изменчивость окраски очень красивых раковин — раковин морского гребешка (рис. 2). В статье описано наследование этих различий по окраске, а сейчас китайские исследователи построили подробные генетические карты хромосом морского гребешка, изучив его геном, — конечно, не за красоту раковины, а потому, что этот моллюск — важный объект аквакультуры. Раковину морского гребешка нередко изображают на произведениях искусства; наиболее известное из них — «Рождение Венеры» Боттичелли.

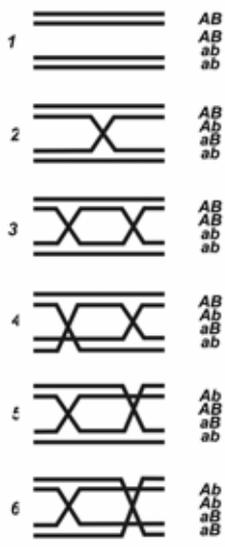
2
*Слева — изменчивость окраски раковин морского гребешка («Journal of Heredity», 1988, т. 79, № 1, обложка),
рядом — Сандро Боттичелли.
«Рождение Венеры»*



Красивыми можно назвать не только форму или цвета живых организмов, но и (конечно, употребляя слово «красота» в другом смысле) математические выражения. Как точная наука, генетика берет начало от экспериментов Грегора Менделя. Наблюдая за признаками потомства от скрещиваний разных форм гороха, он обнаружил, что в последующих поколениях родительские признаки не исчезают и не «разбавляются», а появляются в определенных простых соотношениях.

Если родители отличались по одному признаку, то соотношение форм во втором поколении их потомства будет 3 : 1, если по двум признакам — 9 : 3 : 3 : 1 и т. д. Все эти эмпирические соотношения, в опытах наблюдаемые достаточно точно, есть реализация простой математической модели $(3 + 1)^n$, где n — число рассматриваемых признаков. Такая модель основана на комбинаторике родительских генов при образовании и соединении половых клеток и наглядно иллюстрируется так называемыми решетками Пеннета (рис. 1, справа). Красоту этой модели может оценить тот, у кого есть «комбинаторная жилка» (воспользуюсь выражением Владимира Набокова).

Только что речь шла о признаках, гены которых располагаются в разных хромосомах. Если же два гена лежат в одной хромосоме, они тоже перекомбинируются, но механизм комбинирования здесь другой — не пересортировка хромосом, а так называемый кроссинговер. Не буду здесь описывать детали этого процесса, а приведу графическую схему, иллюстрирующую последствия кроссинговера в зависимости от того, сколько раз и каким образом хромосомы обменялись своими участками



3
Схема, иллюстрирующая последствия кроссинговера при разном числе обменов. Похожие орнаменты можно видеть на минарете мечети Биби-Ханум в Самарканде (справа)

(рис. 3). В приведенной схеме можно разглядеть элементы изящных геометрических орнаментов.

Подобные узоры можно заметить в убранстве многих памятников архитектуры Узбекистана. Орнаменты на стенах усыпальницы Тамерлана (рис. 4) и гарема хивинского хана (рис. 5) особенно точно «воспроизводят» схематические изображения множественных обменов хромосом.

От изменчивости признаков и закономерностей их наследственной пере-

4
Орнамент на внутренней стене мавзолея Тамерлана Гур-Эмир в Самарканде



5
Орнамент на стене ханского гарема в Хиве



дачи перейду к материальной основе наследственности — молекуле ДНК. Эта молекула, истинная основа жизни, сама по себе прекрасна.

Джеймс Уотсон и Френсис Крик в 1953 году расшифровали рентгенограммы молекул дезоксирибонуклеиновой кислоты. К этому времени уже было доказано, что ДНК — «вещество наследственности», носитель генетической информации. Оказалось, что структура молекулы ДНК — двойная спираль, в которой две сплетенные цепи расположены антипараллельно. Такая структура сразу же позволила объяснить, как гены воспроизводятся (редуплицируются). В то же время открытая Уотсоном и Криком структура оказалась исключительно красивой, возможно, более красивой, чем структуры каких-либо других сложных биологических молекул.

Красоту двойной спирали оценили еще в древности. Переплетение двух лент можно увидеть в декоративных орнаментах (рис. 6). Подобное же сплетение двух змей — традиционная фигура и в западном, и в восточном искусстве. Две спирально переплетенные змеи вокруг жезла образуют кадуцей — атрибут греческого бога Гермеса. Кадуцей приобрел несколько достаточно разнообразных значений: это символ мудрости, здоровья, торговли. Его можно встретить в архитектурных орнаментах, в современных гербах — например, Государственного таможенного

6
Византийская мозаика (храм в Вифлееме). Внизу кадуцей на московском здании (ул. Варварка, д.9) и индийский символ космической энергии, около 1700 г. (Ph. Rawson. The art of Tantra. 1973)



комитета РФ. В тантрическом искусстве Индии две сплетенные змеи — символ космической энергии.

Змей всегда изображают головами в одну сторону, то есть параллельно, а не антипараллельно, как располагаются цепи ДНК. Никто из художников не додумался переплести змей «голова к хвосту», во всяком случае, такие изображения мне неизвестны.

В восточном магазине в Неаполе я купил современную деревянную статуэтку из Индонезии — две спирально переплетенные змееподобные человеческие фигуры, то ли мужчина и женщина, то ли женщина и ребенок (рис. 7). Вряд ли безвестный мастер, изготовивший

7
Современная деревянная скульптура (Индонезия) и монумент ДНК на улице в Пекине



эту скульптуру, был вдохновлен двойной спиралью ДНК, но авторы нескольких монументальных скульптур посвятили свои произведения именно этой молекуле. Один такой монумент стоит в Кембридже (где работали Уотсон и Крик), другой — на проспекте в Пекине. Он мне кажется особенно удачным.

Красотой главной молекулы жизни — молекулы ДНК — я и закончу этот очерк, посвященный красоте генетики.

Член-корреспондент РАН
И.А. Захаров-Гезехус