

Эволюционно-генетические этюды

Вопрос, на который и сегодня нет однозначного ответа — как зародилась жизнь на Земле, как человек сумел превратиться в того, кто он есть сегодня. По крупицам, шаг за шагом, продвигаются исследователи к постижению сути проблемы. Очередная лекция научно-популярного цикла для школьников «Академический час», который в Сибирском отделении намерены сделать традиционным, была посвящена этой интереснейшей теме.

Владимир Константинович Шумный — известный учёный-генетик, один из тех, кто с первых дней жизни Сибирского отделения был в его рядах. Много лет академик Шумный возглавлял Институт цитологии и генетики — прославленный коллектив, специалисты которого востребованы во всем мире. На встрече, состоявшейся в канун Нового года в конференц-зале Выставочного центра СО РАН, В.К. Шумный постарался популярно и образно рассказать старшеклассникам гимназии № 3 и школы № 162, проявляющим к биологии повышенный интерес, об этапах эволюции, истории генетики и её современных проблемах.



Этюд первый. Происхождение жизни

По мере остывания Земли, на ней 3,5–4,5 млрд лет тому назад возникла жизнь — примитивные воспроизводящиеся живые системы.

Первая и, пожалуй, наиболее важная характеристика живых систем — самовоспроизведение или, в более общем виде, размножение во всех вариантах. В основе этого процесса лежит репликация или самовоспроизведение двунитчатой молекулы ДНК, в которой в определенный момент нити расходятся, и каждая из них строит себе копию отошедшей, в итоге чего из одной получаются две информационно полноценные двунитчатые молекулы ДНК. Этот простой механизм размножения молекулы ДНК является кульминационным моментом как происхождения жизни, так и началом её эволюции. Естественно, сразу возникает вопрос — как, где и когда появилась или возникла самая умная из известных — молекула ДНК, в которой с гениальной простотой зашифрована информация о происхождении жизни и её колоссальном разнообразии, по крайней мере на Земле.

Точного ответа на этот вопрос нет, но можно предполагать как земное, так и неземное происхождение ДНК, т.е. занос из другой планеты, где существует или существовала жизнь, и произошло это событие на Земле примерно 4 млрд лет тому назад. Главное, что оно произошло, и мы являемся его последствием. И только нам дано понять его значение.

Гениальность Природы заключается в том, что она сумела в молекуле ДНК с помощью четырех химических букв А, Т, Г, Ц (аденин, тимин, гуанин, цитозин) создать информационную матрицу в виде генетического кода, осуществляющего синтез белков как основных элементов жизни. Главная функция генетического кода заключается в расстановке в определенной последовательности в молекуле белка порядка 20 аминокислот, что и определяет структурную и особенно функциональную значимость белков как основных кирпичиков, из которых построены организмы.

Возникает вопрос: как четыре буквы кодируют 20 аминокислот? Природа решила задачу опять же гениально просто — каждую аминокислоту кодирует не одна и не две, а три буквы, называемые триплетами. В данном случае мы получаем $4^3 = 64$ комбинации, достаточные, и с запасом, для кодирования 20 аминокислот. Главная проблема — не меньше 20, хотя оптимальный запас тоже имеет смысловую нагрузку, но это уже детали. Упрощенно говоря, тот участок ДНК, в котором триплетами закодирована структура и, естественно, функция определенного белка, условно можно назвать геном, хотя на самом деле это более сложная структура с элементами включения-выключения и т.д. С участка ДНК, названного геном, другая нуклеиновая кислота — информационная РНК снимает копию последовательности триплетов и переносит её на рибосому (фабрику сборки белков). Затем транспортные РНК доставляют к рибосоме аминокислоты и сажают их в соответствующи-

е триплетные ячейки. На уровне генов тоже могут происходить изменения, прежде всего путем случайной замены одной буквы (А, Т, Г, Ц) на другую, что меняет смысловое значение триплетов, а в белке замену одной аминокислоты на другую. Это уже меняет функциональную значимость белка с определенными последствиями в развитии организма.

Замены букв (более точно — оснований) и есть исходный процесс возникновения мутаций генов, значение которого рассмотрим позже.

Такова элементарная фактура, позволяющая судить о происхождении и запрограммированности жизни.

Однако, как убеждали великие биологи XX века Н.В. Тимофеев-Ресовский и Ф.Г. Добжанский, любая биологическая фактура является значимой, если она осмыслена с эволюционных позиций. Именно здесь и развернулись бурные события на протяжении XVIII—XX веков.

Этюд второй. Эволюция и разнообразие жизни

Мы рассмотрели молекулярно-генетическую модель происхождения жизни. Но вокруг нас миллионы видов бактерий, растений, животных и созерцающий всё это человек. Откуда и как всё это появилось?

Самый простой ответ дают креационисты — созданы Всевышним. Но не все с этим согласны. Вспомним некоторые ключевые фигуры в развитии естествознания. Навёл порядок в хаосе живых систем в XVIII веке шведский биолог Карл Линней. Он и его предшественники и последователи создали систематику живых организмов, в основном растений и животных, введя в биологию ключевое понятие «вид» и к нему более сложные таксономические категории «род», «семейство» и т.д.

Наряду с К. Линнеем появляется вторая знаковая фигура в биологии — французский биолог Ж.Б. Ламарк. Его по праву считают первым эволюционистом, провозгласившим, что новые виды возникают из уже существующих, что есть общая тенденция развития живых систем от простого к сложному, что имеющиеся биоразнообразия на Земле созданы Природой в процессе эволюции.

Великий англичанин Чарльз Дарвин понял, что на основе внутривидовой изменчивости могут возникать новые виды. В своей знаменитой книге «Происхождение видов» он четко изложил механизмы эволюции на основе изменчивости, наследственности и естественного отбора. Но и для Ж. Ламарка, и особенно для Ч. Дарвина в его стройной теории эволюции зияла дыра, или по его выражению «кошмар» — отсутствие знаний по механизмам наследственности, передачи возникающей изменчивости последующим поколениям.

Этот кошмар снял современник Ч. Дарвина настоятель Брюннского монастыря в Австро-Венгрии Грегор Мендель, открыв материальные наследственные единицы, названные им факторами. Через 36 лет, в 1901 году, когда, наконец, поняли значение его работы, менделевские факторы назвали генами, а новую науку — генетикой.

Таким образом, дарвиновская триада — наследственность, изменчивость, отбор, приобрела логически законченную эволюционную систему, которая уже на основе синтеза с генетикой начала эволюционировать и порождать новые гипотезы.

Несколько слов об эволюционной лестнице человека. Был общий предок — насекомоядное животное, обитавшее на деревьях и давнее ветвь приматов. Второй важный момент — некоторые виды приматов встали на задние лапы, что повлекло к увеличению объема мозга и появлению мыслительных способностей. В итоге на заключительном этапе эволюции человека появилось две ветви наших предков — неандерталец и крома-ньонец.

Неандертальцы, более сильные физически, всё же стали тупиковой ветвью эволюции и в конце концов вымерли. Наш предок кроманьонец совершил социальную революцию — начал оседлый образ жизни, начал одомашнивать растения и животных и воспроизводить их под своим контролем. На domestikацию ушло 12 тысяч лет, но этот первый осознанный человеком эксперимент обеспечил ему будущее. Академик Д.К. Беляев на лисицах воспроизвел процесс domestikации в Институте цитологии и генетики за 50 лет. Это одна из выдающихся работ Сибирского отделения РАН.

Этюд третий. Современные проблемы генетики

Великий русский биолог Н.К. Кольцов в 1928 году предложил гипотезу матричного синтеза (самовоспроизведения) биологических молекул (на примере удвоения хромосом). Физик Р.Шредингер в своей знаменитой книге «Что такое жизнь с точки зрения физики» поддержал гипотезу Н.К. Кольцова. Но оба считали, что информационно значимой молекулой является белок, что было ошибкой. В 1944—1952 гг. группой учёных (Эвери, Ледерберг и др.) при бактериальной трансформации инфекционного начала было точно установлено, что генетическая информация присуща нуклеиновым кислотам, а не белкам.

В 1953 г. Д. Уотсон и Ф. Крик создали модель двунитчатой спирали молекулы ДНК, и это стало мощным стартом для нового этапа развития генетики, когда наконец-то стал известен материальный носитель наследственной информации, генетического кода. Довольно быстро расшифровали всю цепь событий от ДНК — РНК-белок. Вслед за этим была понята природа многих мутаций как основного источника изменчивости. Огромное внимание к механизмам мутаций было связано и с тем, что многие из них у животных и человека вызывают патологии — наследственные болезни. Их можно разделить на три группы:

1) моногенные, которых известно уже более тысячи (фенилкетонурия, гемофилия, мукофисцидоз и др.);

2) хромосомные, в основном трисомия (наличие трёх вместо двух гомологичных хромосом), наиболее известный — синдром Дауна (трисомия по 21 хромосоме);

3) мультифакторные, когда в результате взаимодействия многих генов формируется предрасположенность к болезни. Вот почему так важно знать свою родословную как можно большего числа поколений, чтобы врач-генетик смог определить степень предрасположенности к болезни.

Почти 15 лет все генетики мира суперактивно занимаются геномикой — секвенированием геномов, т.е. чтением генетических текстов, текстовой расшифровкой генетической информации. Например, оказалось, что геном человека состоит из 3 млрд букв (оснований). Аденин, гуанин, тимин, цитозин в разных последовательностях и составляют наш трехмиллиардный генетический текст с числом генов 25—30 тысяч. На сегодняшний день расшифровано у высших организмов 107 геномов, среди них геномы человека, мыши, риса, кукурузы, сои и др. Плюс к этому сотни бактериальных геномов. Из геномики вышла сравнительная генетика.

В итоге была установлена очень высокая степень гомологии (сходства) геномов у высших организмов. По генетическому тексту люди друг от друга отличаются на 0,1%, от шимпанзе — на 2%, от собаки — на 5%. Это свидетельствует о том, что исходный геном эволюционировал, сохраняя исходную степень гомологии. И тут надо вспомнить великого русского биолога Николая Ивановича Вавилова, который еще в 1925 году сформулировал закон «О гомологических рядах в наследственной изменчивости» и на примере растений показал, что все систематичес-

кие категории характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости, что свидетельствует о высокой гомологии генетического текста живых систем.

Несколько слов о геной инженерии. В биологии возникла новая специальность — геной инженер.

Суть этой профессии заключается в том, что мы можем выделять, синтезировать гены одного вида организмов и переносить их в геном другого вида, заставляя работать в новой генетической среде. Это открывает огромные возможности для получения организмов с новыми признаками, в том числе полезными для человека. Гено-инженерные технологии имеют сегодня огромное значение для фундаментальных исследований. Во многих лабораториях мира получают так называемые нокаутные линии с выключенными определенными генами, чтобы определить по их отсутствию роль того или иного гена в развитии организма. Особо активно получение нокаутных линий идет у лабораторной мыши (более 2 тысяч линий).

Но главная проблема современной генетики, да и всей биологии — генетика развития, дифференцировка эмбриональных стволовых клеток в ткани и органы, т.е. расшифровка механизмов воспроизведения себе подобных из одной клетки — зиготы. Управление дифференцировкой эмбриональных стволовых клеток открывает огромные перспективы для новой восстановительной медицины тканей, органов. Однако сегодня применение стволовых клеток пока запрещено в связи с опасностью онкологии. Понадобится ещё несколько лет для отработки технологии их применения.

Управление развитием организма, пожалуй, сегодня самая захватывающая область для исследования. Работа генома в процессе развития живых организмов — это великолепно сыгранный оркестр, созданный Природой, где каждый ген имеет свое место и время игры в этом оркестре, создающим великую симфонию жизни.

Заканчивая выступление, Владимир Константинович продемонстрировал слайд, на котором была запечатлена прекрасная голубая роза — истинный гено-инженерный продукт. Получили её японцы. Взяли белую розу, из цветка анютины глазки извлекли ген дельфиниудин, пересадили. И вот результат.

Более того, геной инженеры пытаются выделить «светящиеся гены» из флюоресцирующих бактерий, пересадить в растения и получать такие живые огоньки. Фантастика? Красиво!

Школьники собрались любознательные. Вопросы последовало много, умных и серьёзных. Случайно оказавшийся в зале третьеклассник Арсений проявлял к проблемам генетики незаурядный интерес. А когда речь пошла о ген-модифицированных организмах, снова спросил — не превратится ли колорадский жук, поедающий листья картофеля, в самую настоящую картошку! Все повеселились. Смех смехом, но фантастические перспективы развития генетики, о которых поведал академик Шумный, могут навеять какие угодно мысли.

Подготовила Л. Юдина
Фото В. Новикова

Расширяется взаимодействие

12 января 2010 года состоялось подписание соглашения о сотрудничестве между Министерством охраны природы Республики Саха (Якутия) и институтами Якутского научного центра СО РАН.

Министр охраны природы РС (Я) В.А. Григорьев, и.о. председателя Президиума ЯНЦ СО РАН чл.-корр. РАН А.Ф. Сафронов и директор института ЯНЦ заключили соглашение об осуществлении всестороннего конструктивного сотрудничества и взаимодействия Министерства и институтов ЯНЦ с целью комплексного решения проблем обеспечения экологической безопасности РС(Я), сохранения и восстановления природной среды и совершенствования системы экологического мониторинга.

В рамках достигнутых договоренностей институты Якутского научного центра СО РАН будут привлекаться к работе по научному сопровождению охраны природных ресурсов Республики Саха (Якутия), разработке связанных с природопользованием проектов законов и нормативно-правовых актов, созданию и испытанию технических средств и технологий при ликвидации экологических загрязнений на территории республики и в прочих областях деятельности Министерства охраны природы РС(Я). Научные сотрудники институтов Якутского научного центра Сибирского отделения РАН также примут непосредственное участие в работе Коллегии министерства, научно-технического Совета и других коллегиальных рабочих органах министерства. В целях плодотворного и результативного взаимодействия Министерство охраны природы, Президиум и институты ЯНЦ СО РАН будут проводить специальные рабочие встречи и совещания. В данное время утверждается план совместных действий по реализации соглашения на 2011—2013 годы.

А.А. Аммосова, пресс-служба ЯНЦ