

# Мутации: двигатель эволюции или угроза человеку?



29 мая 2014

## Похожие материалы

- [Медвежья история](#)
- ["Раскопки" в лаборатории](#)
- [Носороги и мамонты](#)

Продолжаем цикл интервью, посвященных современному состоянию российской генетики и съезду ВОГиС в Ростове-на-Дону. Наш сегодняшний собеседник – один из ведущих генетиков страны, академик РАН Сергей Георгиевич Инге-Вечтомов.

- Сергей Георгиевич, Вы много времени посвятили изучению мутационного процесса. Какую роль он играет в развитии жизни на Земле и насколько важно для биологии его изучение?

- В свое время, Феодосий Григорьевич Добржанский, основатель теории синтетической эволюции, сказал: «Ничто в биологии не имеет смысла вне связи с теорией эволюции». А в основе эволюционного процесса лежат три краеугольных положения: наследственность, изменчивость, отбор. Генетика – это, как раз, наука о наследственности и изменчивости, как ее определил У.Бэтсон (Великобритания) в 1905-1906 гг. Ее основу составляет хромосомная теория наследственности, сформулированная к 1914 г Т.Х.Морганом и его школой (США). Таким образом, в этом году – 100 лет хромосомной теории, согласно которой все наследственные свойства организмов определяют гены, расположенные в хромосомах в линейной последовательности. За разработку этой теории Морган был удостоен Нобелевской премии в 1933 г. Хромосомная теория стала основой современной молекулярной генетики, связавшей наследственность организмов с молекулами ДНК (Дезоксирибонуклеиновой кислоты), входящими в состав хромосом. Расшифровка структуры ДНК (Дж.Уотсон и Ф.Крик, 1953; Нобелевская премия – 1962 г.) послужила толчком к расшифровке генетического кода. Чередование нуклеотидов, из которых состоит ДНК, и оказалось кодом, с помощью которого записаны все наследуемые свойства живых организмов. Генетический код оказался почти одинаковым у всех живых существ. Почти, но не совсем. В основе огромного разнообразия живой природы, в конечном счете, лежат мутации. Если бы гены не изменялись, т. е. не мутировали, то естественному отбору нечего было бы отбирать и эволюция была бы невозможна.

**- А в чем проявляются эти мутации?**

- К мутационным изменениям относят изменения отдельных генов, т.е. изменения чередования составляющих их нуклеотидов ДНК; изменения числа генов, структуры и числа хромосом, в результате чего возникают новые геномы. (совокупность всех носителей генетической информации организма). Собственно структура геномов и отличает разные биологические объекты друг от друга. Таким образом, мы можем сказать, что с точки зрения теории эволюции мутации в принципе необходимы. В то же время, новые мутации чаще всего нарушают эволюционно сложившиеся системы организма, поскольку мутации идут случайно и постоянно, хотя и с небольшой частотой ( $1 \times 10^{-5} - 10^{-9}$  на одно воспроизведение генома). Подавляющее большинство мутаций элиминирует (отбрасывает, выбраковывает) естественный отбор. Полезные мутации, повышающие приспособленность организмов к окружающей среде, возникают редко. Именно их-то и подхватывает естественный отбор.

***Учитывая случайный, не направленный характер мутационного процесса, ситуацию образно описал наш выдающийся генетик Н.В.Тимофеев-Рессовский: «Трудно улучшить часы, стреляя в них из пистолета». Тем не менее, факт прогрессивной эволюции налицо, благо эволюция имеет в своем распоряжении миллионы лет. И на «вершине» эволюции появился человек.***

**- Если человек – «вершина эволюции», то, получается, для него мутации уже вредны?**

- Если говорить о пользе или вреде мутаций для человека, тут ответ прост. На современной стадии развития человека как «общественного животного» мутации однозначно вредны. Вредны потому, что полезные возникают чрезвычайно редко, а отбор в той форме, в которой он «творил» новые и новые формы в процессе эволюции всего живого, в человеческом обществе не работает. Отсюда сотни наследственных заболеваний, не только наследуемых в результате передачи из поколения в поколение ранее возникших мутаций, но и в результате непрерывно идущего мутационного процесса, порождающего новые наследственные дефекты. Человечество «тащит за собой» т.н. генетический груз наследственных заболеваний. Эволюция человека перешла в иную форму – форму социальной эволюции. Это уже другая, не менее интересная история.

**- А можем ли мы управлять мутационным процессом: снижать его темпы, исправлять мутантные гены и хромосомы?**

- Осознав вред генетического груза уже в шестидесятые годы прошлого века генетики учредили своего рода «службу генетической безопасности». Эта область прикладной генетики получила название генетической токсикологии. Прежде всего, мы осознали, что целый ряд атрибутов т.н. технического прогресса имеет генетическую активность, повышает частоту мутаций. Это, прежде всего, неосмотрительное использование атомной энергии, чреватое повышением фона ионизирующей радиации, а также появление в нашем обиходе все новых и новых

химических соединений. Среди них – некоторые лекарства, пищевые консерванты, вещества, используемые в сельском хозяйстве для борьбы с сорняками и вредителями сельскохозяйственного производства, не говоря уже о курении, выхлопных газах автотранспорта, загрязнения атмосферы и воды отходами производства и т.д. Попутно заметим, что показана 90% корреляция между генетической и канцерогенной активностью всех этих воздействий. Благодаря осознанию такой опасности, в большинстве государств приняты законодательные меры для проверки любых новых химических веществ и технологий на предмет их генетической (мутагенной) активности. Только после заключения об отсутствии генетической активности тот или иной продукт может быть рекомендован к широкому распространению. Понятно, что такие проверки проводят не на человеке, а на целом ряде т.н. модельных объектов, начиная с клеток бактерий, дрожжей, мушки-дрозофилы, высших растений и заканчивая культурами клеток животных и человека. Существует рекомендованный набор тестов такого рода, принятый во всем мире и позволяющий стандартизировать процедуру проверок генетической активности тех или иных воздействий.

***Генетическая токсикология также ищет и находит вещества - антимутагены, применение которых снижает темпы индуцированного и естественного (спонтанного) мутационного процесса. К числу антимутагенов относятся в первую очередь антиоксиданты.***

Кроме того развивается область генотерапии, которая ставит своей целью исправление наследственных дефектов путем введения в организм больного нормальных, не мутантных генов, которые дефектны у пациента. Несмотря на очевидный прогресс в этой области, мы еще весьма далеки от широкого применения соответствующих методов.

**- Если вернуться от человека к остальным живым существам – насколько мутационный процесс сегодня использует современная наука?**

- Мутационный процесс, в особенности индуцированный мутационный процесс [Он] очень важен[, когда мы говорим о] в процессе селекции сельскохозяйственных растений и животных, получении микроорганизмов-продуцентов полезных биологически-активных соединений – лекарств, антибиотиков, иммуномодуляторов и т.п. Открытие индуцированного мутационного процесса также принято связывать с успехами школы Т.Х.Моргана. В 1927 г. один из учеников Моргана Г.Дж.Мёллер опубликовал данные о мутагенном действии рентгеновых лучей на плодовую мушку-дрозофилу. Нобелевскую премию за это открытие он получил только в 1946 г.

Исследование индуцированного мутагенеза во многом связано с успехами отечественной генетики. Еще до Мёллера Г.А.Надсон и Г.С.Филиппов в Ленинграде наблюдали в 1925 г действие «лучей радия» на наследственную изменчивость низших грибов. В 1928 г. М.Н.Мейссель в лаборатории Г.А.Надсона открыл химический мутагенез у микроорганизмов. Химический мутагенез затем

исследовали В.В.Сахаров (1932) на растениях в Москве и М.Е.Лобашёв (1934) на дрозофиле в Ленинграде. Крупнейшим достижением в области химического мутагенеза стало открытие в 1946 г И.А.Рапопортом в нашей стране и Ш.Ауэрбах в Великобритании т.н. супермутагенов – соединений повышавших частоту мутаций на несколько порядков.

Таким образом, с освоением индуцированного мутационного процесса человек смог быстрее находить новые формы с улучшенными хозяйственными показателями: повышать яйценоскость кур, удои и жирность молока у коров, урожайность с.х. растений. Вот здесь новые мощные мутагены оказываются полезными.

***Не случайно Н.И.Вавилов называл селекцию «эволюцией, направляемой человеком». Правда, нужно помнить, что такая эволюция касается улучшения только некоторых признаков, которые нам интересны, в то время как естественная эволюция оперирует с целыми комплексами признаков, обеспечивающими общую адаптацию организмов к окружающей среде.***

Проникая в механизмы наследственной изменчивости, не только мутационной, но и комбинативной, человек все больше полагается не на последствия мутационного процесса – процесса во многом случайного, а на методы манипулирования нормально работающими генами, в том числе от разных организмов, которые могут привнести в селекционируемый материал новые, полезные признаки. Благодаря тому, что базовые генетические механизмы универсальны и у всех организмов генетический материал это – ДНК, о чем мы говорили в начале, возникла такая область, как генетическая, или геновая инженерия. На ней базируется современная биотехнология. Теперь мы можем искусственно конструировать организмы, которых не было в природе. Попутно отметим, что наших жирномолочных коров и яйценоских кур-рекордисток, также как и высокоурожайных форм пшеницы и кукурузы тоже не было в природе до того, как ими занялся человек себе на потребу. Для их выведения потребовались тысячелетия. Современная биотехнология резко ускоряет селекционный процесс. Здесь не стоит углубляться в сомнительные дискуссии о пользе (несомненной) или вреде (мифическом) т. н. генетически-модифицированных организмов (ГМО). Отметим только, что эта область исследований требует серьезной подготовки специалистов и углубленного знания предмета, и потому установление «истины» простым большинством голосов тут неприемлемо.

**- Вскоре пройдет съезд генетиков и селекционеров в Ростове-на-Дону. Какие вопросы он будет обсуждать?**

- Значение наших периодических съездов трудно переоценить, поскольку они объединяют и генетиков-теоретиков, и селекционеров, и медиков, особенно работающих в области медицинской генетики и демографов, занимающихся генетикой народонаселения. Генетика как наука находит применение во всех

областях человеческой деятельности, в которых мы имеем дело с живыми (или некогда живыми) организмами. В последнем случае я имею в виду археологию и историю человека. Благодаря успехам геномики теперь можно анализировать структуру ДНК, сохранившуюся в ископаемых останках неандертальца и других отдаленных предков современного человека. Важно отметить также, что генетика – одна из наиболее быстро развивающихся дисциплин. Это сопряжено с эволюцией понятий и языка науки. Мы часто перестаем понимать друг друга в следствие все большей специализации. Да и вообще голова у нас не всегда успевает за руками. Концептуальные обобщения полученных результатов необходимы не только для осознания картины Мира сегодня, но и для планирования системы генетического образования. «Перечислительный метод» здесь не подходит. Мы должны учить молодежь не тому (или не только тому), что мы открыли вчера, но и готовить к тому, что им предстоит открыть завтра. Задача амбициозная и благородная. При этом важно по достоинству оценивать роль генетики в системе биологических дисциплин как точной, количественной науки сродни физике и химии, но без утраты биологической специфики. Потому съезд полезен как место и событие, где мы «сверим часы» и договоримся о дальнейших перспективах нашей науки, как в теоретическом, так и в прикладных аспектах.

Вопросы задавал Георгий Батухтин