

Молекулы памяти

15.10.2011

Юлия Сергеева

[Восточно-Сибирская правда](#)

Иркутск

117 "117"

Что общего между дном Байкала, белыми курильщиками океанов и спутником Юпитера Европа? Удивительные формы жизни. Иркутские микробиологи делают только первые шаги в изучении особенностей хемосинтезирующей жизни на подводных грязевых вулканах Байкала. Какие гены отвечают за процессы памяти, можно ли управлять своими воспоминаниями - об этом на публичной онлайн лекции в ИрГТУ рассказал один из крупнейших мировых исследователей памяти член-корреспондент РАН Константин Анохин. Начало октября в Иркутске прошло под знаком науки: люди спорили на симпозиумах, читали лекции и играли в интеллектуальные игры. Город жил наукой.

В эти дни Иркутск словно разделился на островки - и везде царили "ботаники". Прошёл очередной Байкальский фестиваль интеллектуальных игр, лимнологи собрались на третий микробиологический симпозиум. В музее "Экспериментарий" обсуждали пять великих нерешённых проблем математики. В ИрГТУ шёл региональный этап Всероссийского фестиваля науки. Одну из онлайн лекций на фестивале читал Константин Анохин, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией нейробиологии памяти Института нормальной физиологии РАН. Анохин относится к такому типу учёных, которые умеют просто излагать сложнейшие вещи.

Отчего мы не помним в подробностях вчерашний день, но десятилетиями храним воспоминания о детстве? Какова загадка людей-мнемонистов, которые способны в деталях воспроизвести любой день из своей жизни? Константин Анохин с коллегами пытаются объяснить эти процессы через молекулярные изменения в нейронах головного мозга. Немецкий психолог-экспериментатор Герман Эббингауз ещё в XIX веке доказал: мы запоминаем новую информацию в две фазы. На первой мы помним 100% информации, к моменту второй, стабильной, - всего 20-30%. Между ними существует переходная фаза, так называемое "окно Эббингауза" - 1-2 часа, когда память переходит в стабильную. Если человеку в это "окно" дать другую информацию или помешать, к примеру ударить электрошоком, старая память, скорее всего, в большей части сотрётся. Учёные установили, что в это "окно" в мозге человека происходит всплеск синтеза РНК и новых белков. Если искусственно предотвратить этот синтез, то обучение новому пройдёт, но долго человек ничего помнить не будет.

В середине 80-х группа советских учёных начала поиски генов, отвечающих за формирование памяти. Было сделано предположение: за память, очевидно, отвечают те гены, которые управляют ростом и развитием нервной системы. И тут же обнаружилось, что при обучении в клетках мозга животных происходит взрывная экспрессия генов (процесс "считывания" информации с ДНК, преобразование её в РНК, белок), один из которых называется *c-fos*. В 90-е годы исследователи выяснили, что, если заблокировать экспрессию одного только этого гена, долговременная память не образуется.

Как оказалось, белки, синтезированные за счёт экспрессии таких генов, не остаются в цитоплазме клетки, а транспортируются назад в ядро, где они уже друг с другом, а также с другими белками образуют специальные комплексы, запускающие изменение программы работы генома. Этот удивительный процесс и происходит в "окно Эббингауза". Тогда и

был сделан вывод: мы имеем дело с универсальным клеточным механизмом. Способность клеток перестраивать программу работы генома под новые внешние обстоятельства очень древняя. Этот механизм был, похоже, вовлечён и рекрутирован эволюцией для сохранения информации.

Знаменитый английский психолог Фредерик Бартлетт в своё время провёл любопытный эксперимент. Он предлагал студентам воспроизводить по памяти в течение нескольких недель одни и те же рассказы и картинки, когда-то показанные им впервые. У одного из студентов исходный образ совы постепенно трансформировался в животное, очень напоминающее кота. Человек был уверен, что в первый раз он видел именно это животное. Бартлетт пришёл к выводу, что воспоминания не являются неизменными. Каждый раз идёт творческое воссоздание. Вот тогда с экспериментами пришло понимание: экспрессия генов происходит и при извлечении памяти. И если оставить этот молекулярный процесс, память не вернётся. Похоже, что самые яркие события нашей памяти хранятся из-за того, что наш мозг извлекает их снова и снова. Когда мы бодрствуем и даже когда спим. Сейчас Константин Анохин с коллегами ведут исследования, которые показывают: может быть, тайна хранения памяти годами лежит на уровне глубоких молекулярных перестроек. Существуют специфические механизмы, которые затрагивают очень глубокие вещи - перестройки структуры ДНК нервных клеток в результате опыта. "Возможно, геномы разных клеток в нашей с вами нервной системе в результате приобретаемого опыта становятся различными", - сказал учёный.

Жизнь без Солнца Озеро Байкал может хранить тайны, сопоставимые с тайнами чёрных и белых курильщиков океанов. Вопросы существования хемосинтетической жизни (жизни, основанной не на фотосинтезе, а на химической реакции) на подводных грязевых вулканах и нефтепроявлениях Байкала обсуждали среди других вопросов на третьем микробиологическом симпозиуме в Лимнологическом институте СО РАН.

К 2008 году, когда на Байкале появились "Миры", иркутским лимнологам уже были известны 16 подводных грязевых вулканов и сипов, и в большинстве из них были обнаружены газовые гидраты. Ещё с XVIII столетия было известно, что на Байкале есть нефть, сейчас известны и начинают изучаться, по крайней мере, два нефтепроявления. А уже современные учёные выяснили: нефть эта древняя. И единственное место, где она могла образоваться, - это осадки нижней толщи озера Байкал олигоценового (от 38 до 25 млн. лет назад), миоценового (от 23 до 5,3 млн. лет назад) возраста. В районе подводных грязевых вулканов, как обнаружили учёные, идёт разгрузка метана и нефти. И тем не менее Байкал остаётся чистым. А вокруг этих подводных очагов развивается бурная жизнь, в несколько раз превышающая по численности норму в среднем по Байкалу .

Когда говорят о хемосинтетической жизни, обычно вспоминают чёрных курильщиков. Это странные сооружения в океанах, встречающиеся на глубине нескольких километров вдоль границ тектонических плит. Термальные воды на такой глубине нагреваются до 375-550 градусов и бьют фонтанами, причём фонтаны эти имеют чёрную окраску - из-за высокого насыщения сульфидами металлов. Вокруг курильщиков кипит разнообразнейшая жизнь: крабы, моллюски, склоны покрывают бактериальные маты. Это бешенство сумрачной жизни, апофеозом которой являются гигантские черви-вестиментиферы. В клетках этих организмов и были впервые обнаружены бактерии, которые способны окислять сероводород. На эти глубины не проникает свет, и природа жизни тут совсем иная. У растений органические вещества образуются за счёт синтеза углерода и воды при энергии солнечного света - это фотосинтез. В тёмных глубинах океана бактерии осуществляют точно такой же синтез, но энергия солнечного света заменена на энергию химической реакции. Это хемосинтез. Вслед за чёрными в океанах

были обнаружены белые курильщики, великолепные карбонатные постройки. Интересное, но не главное их отличие от чёрных - достаточно низкая температура, около 50-80 градусов. Тут много сульфатов - минералов, солей серной кислоты. Сложные сообщества микроорганизмов тут способны проводить сульфатредукцию. То есть восстанавливать серу в ана-эробных (в отсутствие кислорода) условиях из сульфатов, а также окислять водород и метан, производя органику, которой по цепочке питается многочисленный живой мир оазиса.

На Байкале, к примеру, на подводных постройках в районе Горевого утёса, в пробах воды и битумах были найдены высокие концентрации микроорганизмов, которые способны окислять углеводороды. Бурная жизнь вокруг грязевых вулканов и нефтепроявлений чётко свидетельствует: здесь есть достаточное питание, чтобы поддержать пищевые цепочки. И жизнь, похоже, тоже базируется на хемосинтезе. В озере существуют подводные "оазисы жизни", в какой-то мере сопоставимые с оазисами чёрных и белых курильщиков океанов. Однако природа окислительных процессов метана, нефти здесь пока только изучается, и не исключено, что она имеет другую специфику, чем в океанических оазисах жизни. Так или иначе, но исследования этих подводных "райских уголков" уже проливают свет на прошлое планеты, поскольку считается, что такие формы жизни сопровождали юность Земли. А в будущем эти исследования могут получить выход на астробиологию. Уже сейчас есть гипотезы, что на спутнике Юпитера Европа тоже может развиваться та самая хемосинтетическая жизнь, не зависящая от Солнца.

Октябрь в научном формате продолжается. На этой неделе лаборатории Intel прочитали несколько лекций для студентов ИрГТУ. 28 октября в музее "Экспериментарий" состоится лекция Всеволода Воронова, научного специалиста Института динамики систем и теории управления СО РАН, под названием "Математика и музыка".