

ТЯГА К ГРАВИТАЦИИ

Сибирские ученые приняли участие в исследовании родившихся и выросших в космосе мух и выяснили, какой эффект на их геном оказывает невесомость. Результаты работы опубликованы в международном журнале PLoS ONE.

В 2014 году на космическом спутнике «Фотон-М4» на околоземную орбиту были запущены мухи-дрозофилы. Эксперимент организовал ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН (Москва) в тесном сотрудничестве с Госкорпорацией «Роскосмос». Ученых интересовало, как происходит развитие живых организмов, в том числе плодовой мушки дрозофилы, в условиях космического полета и как на это развитие влияет невесомость. Исследователи из лаборатории геномики Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН обеспечили в этой работе анализ данных по экспрессии генов дрозофилы.

«Здесь была интересна именно длительность полета. Спутник провел на орбите около двух месяцев. За это время там сменилось три поколения дрозофил. То есть мы изучали организмы, которые никогда не знали земного притяжения. Причем это было уже второе поколение, выросшее в условиях невесомости, — рассказывает заведующий лабораторией геномики ИМКБ СО РАН кандидат биологических наук **Степан Николаевич Белякин**. — Понятно, что за два поколения мухи не начнут эволюционировать, превращаться в «космических мутантов», но этого вполне достаточно, чтобы мы могли оценить то, что в биологии называется «нормой реакции» — некоторый диапазон, в котором организм откликается на условия обитания».

Хрестоматийный пример «нормы реакции» знаком нам по школьному учебнику биологии за седьмой класс — холеный одуванчик, выросший в максимально комфортных условиях сада, и его чахлый, но стойкий высокогорный собрат, постоянно вынужденный бороться с трудностями. Вся наблюдаемая разница — это реакция на окружающие условия, в том числе и на генетическом уровне.

Ученых интересовало, во-первых, существует ли вообще реакция на отсутствие гравитации у дрозофил и, во-вторых, насколько она сильная. Эксперимент проходил следующим образом: один образец мух, вернувшихся на Землю, был отобран сразу же на месте приземления спутника где-то в Оренбургской степи — туда на вертолетах прилетели исследователи с микроскопом, жидким азотом и быстро заморозили материал. Части мух позволили развиваться еще 12 часов, сутки и так далее, чтобы посмотреть, насколько быстро они вернуться к нормальному состоянию.

Контрольная группа мух выращивалась в Институте медико-биологических проблем РАН ровно в таких же условиях, как и у мух в космосе. Температура, газовый состав, всё было идентично обстановке на орбите (если что-то менялось там, параллельно это же меняли на Земле). Разница была только в наличии/отсутствии гравитации.

Для всех этих групп исследователи ИМКБ СО РАН провели полногеномный анализ (всего у мухи дрозофилы более 13 000 генов). Оказалось, что изменения, хоть и не катастрофические, но были. Например, в числе прочих активность меняли гены, отвечающие за формирование хитиновой оболочки мухи — экзоскелета насекомых. Ученые нашли несколько таких генов. То, что у космонавтов, которые долгое время находятся в космосе, происходят изменения костей и опорно-двигательного аппарата, было давно известно. Теперь исследователи показали, что отдаленно похожие процессы могут происходить и на генетическом уровне у такого далекого от человека организма, как дрозофила.

«Но что меня удивило больше всего, это то, с какой скоростью всё восстановилось обратно. Все изменения, которые мы наблюдали, пришли к норме в течение уже 12 часов, — говорит Степан Белякин. — А значит, можно предположить существование механизма, который регулирует гены в зависимости от силы тяжести. Скорее всего, эффект не прямой: физиологическая нагрузка возросла, поскольку муха стала иметь вес (хоть и маленький, но он появился), и каким-то образом это привело к тому, что гены активизировались. Вероятно, здесь имеет место какая-то физиологическая реакция, которая отразилась также и на активности генов. Получается, что в этом эксперименте удалось пронаблюдать норму реакции, тот самый диапазон откликов организма на конкретный фактор — отсутствие силы тяжести. Причем стоит нам всё вернуть обратно, как всё тут же восстанавливается, устойчивость организма очень высокая».

Помимо фундаментальных знаний о биологическом устройстве организма, это открытие дает надежду на возможность осуществления для человека длительных космических полетов. Так, если в каком-то далеком-далеком будущем люди совершат путешествие на какую-нибудь не очень далекую звезду (до которой лететь даже со скоростью света придется 100 лет), то можно думать, что, как только они или их потомки снова окажутся там, где есть гравитация, их организмы быстро восстановятся и гены будут работать правильно — так же, как и у нас.

Диана Хомякова
Иллюстрация Ольги Посух

КРАСНОЯРСКИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ ИССЛЕДУЮТ МИГРАЦИИ ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ

Международный коллектив ученых выяснил пути расселения липовой моли-пестрянки. Генетический анализ почти четырех сотен образцов насекомого, собранных на огромной территории от Дальнего Востока до Нидерландов, показал, что очагом распространения вредителя на запад потенциально служила Япония.

В ходе исследования также был обнаружен ранее неизвестный вид-двойник моли, который обитает только в Восточной Азии. Вселившаяся несколько десятков лет назад в Европу липовая моль-пестрянка способна причинять серьезный ущерб липовым насаждениям, в первую очередь в городах и местах производства липового меда. Результаты исследования опубликованы в журнале PLoS ONE.

Липовая моль-пестрянка относится к экологической группе минирующих насекомых. Крошечные бабочки моли-пестрянки (размах крыльев не больше семи миллиметров) откладывают яйца на листья липы. Вылупившиеся из яиц гусеницы вгрызаются в лист и выедают его изнутри, оставляя после себя характерные повреждения — минь. Через три недели из гусениц образуются куколки, из которых отрождаются бабочки, и цикл повторяется снова. Во многих европейских городах липа активно используется в озеленении. Деревья с поврежденной листвой менее привлекательны и сбрасывают листву раньше, чем их здоровые собратья. Более того, в регионах, где липа — один из источников меда, насекомое причиняет ощутимый урон этой деятельности.

«Мы собрали почти четыреста образцов бабочек для морфологического и генетического анализа с огромной территории — от Японии до Нидерландов. Это большой проект с участием ученых из Франции, Италии, Японии, Южной Кореи и Китая, который был начат во время моей стажировки во Французском национальном институте сельскохозяйственных исследований (INRA) в лаборатории лесной зоологии под руководством Алана Рока. Исследования на территории России были поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований. Основных результатов три. Во-первых, молекулярно-генетические данные свидетельствуют о том, что моль пришла в Европу из Восточной Азии, скорее всего, из Японии. Во-вторых, наши исследования показывают, что речь идет не о единичном заносе вредителя, а о нескольких волнах инвазии. И наконец, расшифровывая последовательности генов и оценивая размер и форму гениталий самцов, мы пришли к выводу, что у липовой моли-пестрянки есть ранее неизвестный науке вид-двойник, который обитает только в Японии и на Дальнем Востоке», — поясняет один из основных авторов исследования старший научный сотрудник Института леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН и Сибирского федерального университета кандидат биологических наук Наталья Кириченко.

Липовая моль-пестрянка впервые была обнаружена и описана в 1963 году как вид из Японии. Начиная с 1980-х годов насекомое стали находить в ев-

ропейской части России и несколькими годами позднее в странах Европы. Современный ареал обитания вредителя теперь простирается на обширной территории Палеарктики. Из-за малого размера бабочек их находки в первое время были фрагментарны, поэтому для ученых оставалось загадкой, является ли весь этот регион первичным ареалом вида. Распространение видов за пределы их естественных ареалов — биологические инвазии — сегодня одно из наиболее ярких последствий глобализации. Вселение чужеродных видов может приводить к необратимым нарушениям в жизнедеятельности природных экосистем и вызывать различные негативные последствия.

Определение видовой принадлежности до сих пор является проблемой для многих мелких существ. Для мира насекомых она стоит особо остро. По некоторым прогнозам, на нашей планете своего обнаружения и научного описания ждут более пяти миллионов видов насекомых. Классическим методом определения видов насекомых является изучение внешнего и внутреннего строения взрослых особей. Зачастую при диагностике видов решающее слово остается за гениталиями самцов. Их форма и строение специфичны для подавляющего большинства видов. Современные методы молекулярной генетики позволяют не только изучать пути распространения тех или иных организмов, но и попутно обнаруживать ранее не известные для науки виды. Исследования таких близких видов помогают понять причины их успешности при расширении первичных ареалов.

«На территории Сибири естественных липняков — по пальцам пересчитать. Одним из них является реликтовая Кузедеевская липовая роща в Кемеровском районе. По оценкам, возраст рощи несколько миллионов лет. Она находится в небольшой котловине с микроклиматом и, скорее всего, оказалась нетронутой со времени последнего ледникового периода, — рассказывает Наталья Кириченко. — Можно сказать, что этот и несколько других островков липы на территории Сибири связывали дальневосточный и европейский ареалы лип. Пока не совсем понятно, как вредитель смог распространиться на запад, учитывая отсутствие явных коридоров распространения — липовых насаждений в азиатской части России. Мы планируем подробно изучить и описать открытый нами новый вид моли с Дальнего Востока и Японии. Интригует вопрос, почему один вид оказался более успешным и заселил значительную часть континента, а второй обитает только в Восточной Азии. В качестве курьезного факта можно отметить, что у более распространенного вида гениталии самцов несколько крупнее, чем у вида-двойника, но это вряд ли может служить обоснованием его успеха. Если же быть серьезными, очевидно, мы поймали «за хвост» процесс видообразования, протекающий в Восточной Азии в группе липовых молей-пестрянок, и зафиксировали момент появления нового вида. Для фундаментальной науки это интереснейшее явление».

Группа научных коммуникаций
ФИЦ КНЦ СО РАН

