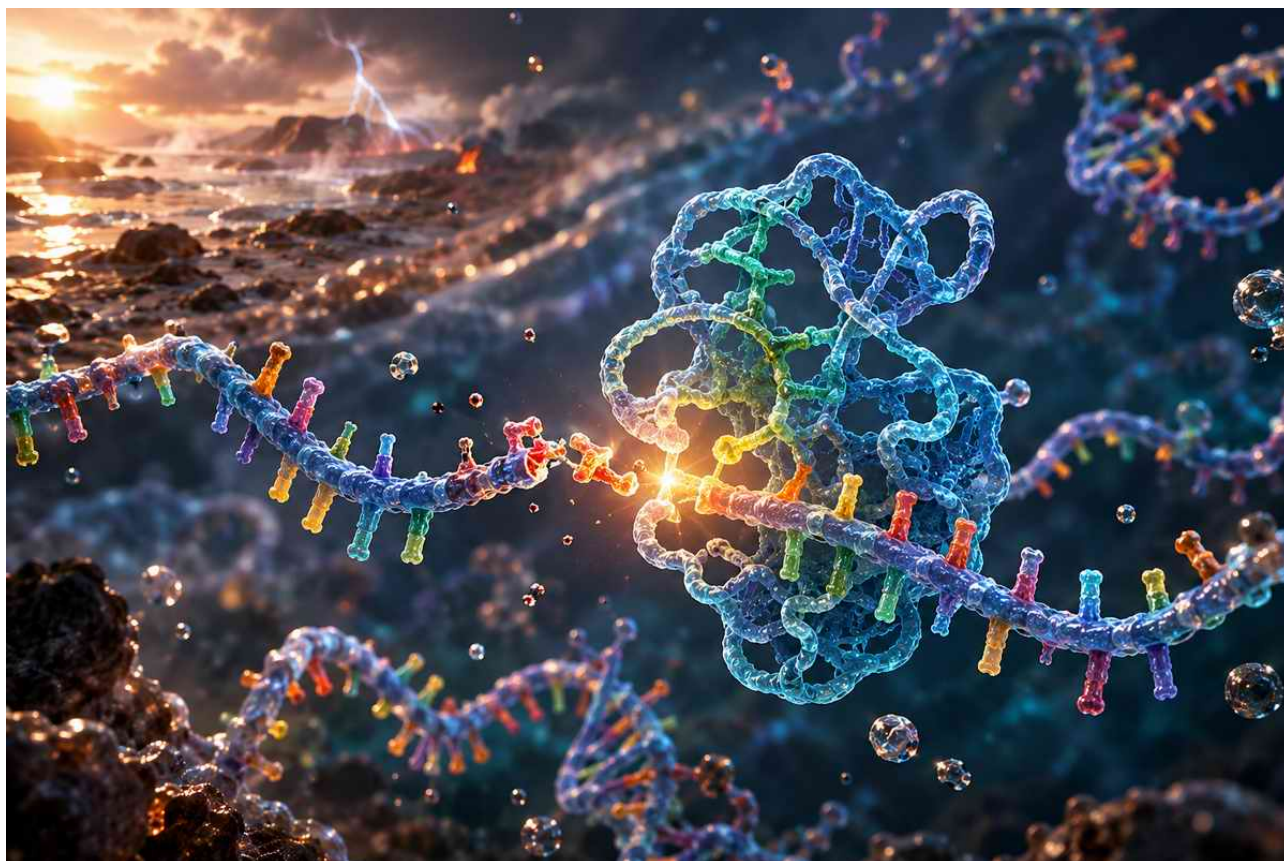


Ученые создали фермент, способный восстанавливать только поврежденную РНК, и приблизились к разгадке происхождения жизни



Дата публикации: 13.07.2026

Одна из самых фундаментальных загадок современной биологии связана с происхождением жизни. Сегодня все живые организмы используют сложную систему взаимодействия ДНК, РНК и белков, однако ученые давно задаются вопросом: какая из этих молекул появилась первой? Новое исследование, опубликованное в журнале *Nature Communications*, предлагает важную подсказку. Исследователям удалось создать уникальный фермент на основе РНК, который способен находить и восстанавливать только поврежденные молекулы РНК.

Работа была выполнена учеными Университета Нотр-Дам совместно с коллегами из Чикагского университета. По мнению авторов, открытие не только укрепляет одну из самых известных гипотез происхождения жизни, но и может найти применение в современной молекулярной диагностике, где поврежденные молекулы РНК до сих пор остаются практически незаметными для большинства существующих методов анализа.

В современных клетках функции между молекулами распределены довольно строго. ДНК служит долговременным хранилищем генетической информации, РНК переносит инструкции для синтеза белков, а сами белки выполняют практически все основные биохимические процессы. Такая система выглядит настолько совершенной, что долгое время казалась единственно возможной.

Однако существует альтернативная теория, известная как гипотеза «мира РНК». Согласно ей, на самых ранних этапах существования Земли еще не было ни ДНК, ни белковых ферментов. Все жизненно важные функции выполняла исключительно РНК — молекула, способная одновременно хранить наследственную информацию и ускорять химические реакции. Именно эта универсальность делает РНК главным кандидатом на роль первой биологической молекулы.

Проблема заключается в том, что любая генетическая информация должна сохраняться достаточно долго. Современные клетки обладают многочисленными системами восстановления поврежденной ДНК. Если же первые организмы действительно существовали только на основе РНК, у них также должен был существовать механизм ремонта поврежденных молекул. Без него любые случайные повреждения быстро приводили бы к утрате генетической информации и прекращению эволюции.

Именно поиском такого механизма занимались авторы новой работы. Они создали особый рибозим — каталитическую молекулу РНК, способную выполнять функции фермента без участия белков. В отличие от обычных ферментов современной клетки, новый рибозим полностью состоит из РНК и способен самостоятельно распознавать поврежденные участки генетического материала.

Главной особенностью новой молекулы стала ее высокая избирательность. Рибозим реагирует исключительно на разорванные цепочки РНК, которые заканчиваются особой фосфатной группой. Нормальные неповрежденные молекулы имеют другую химическую структуру окончания — гидроксильную группу, поэтому фермент их полностью игнорирует.

После обнаружения повреждения рибозим соединяет разорванные фрагменты, фактически восстанавливая целостность молекулы. Такая избирательность особенно важна, поскольку исключает случайное вмешательство в нормальные цепочки РНК и делает процесс максимально точным.

Авторы считают, что подобный механизм вполне мог существовать еще до появления белковых ферментов. Если это действительно так, древние организмы

получали возможность сохранять свою наследственную информацию даже в крайне неблагоприятных условиях ранней Земли.

Подобная способность имела огромное значение. Около четырех миллиардов лет назад поверхность нашей планеты сильно отличалась от современной. Высокие температуры, интенсивное ультрафиолетовое излучение, резкие изменения кислотности и постоянная вулканическая активность регулярно повреждали биологические молекулы. Без эффективной системы восстановления первые формы жизни вряд ли смогли бы существовать достаточно долго для дальнейшей эволюции.

Интересно, что открытие было сделано практически случайно. Первоначально исследователи ставили перед собой совершенно другую задачу и пытались изменить свойства уже известных рибозимов. Однако в ходе экспериментов возник неожиданный результат, который вместо того чтобы отбросить как ошибку, ученые решили внимательно изучить.

Для получения нового фермента использовался метод искусственной эволюции *in vitro*. Исследователи создавали триллионы различных вариантов молекул РНК, после чего постепенно отбирали те, которые лучше всего выполняли необходимую функцию. Этот процесс во многом напоминает естественный отбор, но происходит не в живых организмах, а непосредственно в лабораторных условиях.

Полученный рибозим оказался настолько необычным, что, по словам авторов, они были удивлены отсутствием аналогичных открытий в предыдущих исследованиях. Его свойства значительно расширяют представления о возможностях каталитических молекул РНК.

Значение открытия не ограничивается исключительно изучением происхождения жизни. Поврежденные молекулы РНК активно образуются при вирусных инфекциях, тяжелом клеточном стрессе, воспалительных процессах и некоторых онкологических заболеваниях. Однако существующие методы секвенирования практически не способны обнаруживать подобные повреждения.

Проблема связана с тем, что стандартные технологии анализа РНК используют химические метки, которые присоединяются только к неповрежденным концам молекул. Разорванные цепочки остаются незамеченными, из-за чего ученые получают неполную картину происходящих в клетке процессов.

Новый рибозим способен изменить эту ситуацию. Благодаря своей способности распознавать исключительно поврежденную РНК он может

использоваться для предварительной подготовки образцов перед секвенированием. Это позволит выделять поврежденные молекулы в отдельную группу и значительно точнее изучать процессы разрушения РНК при различных заболеваниях.

Особенно перспективным подобный подход выглядит для исследований вирусных инфекций, поскольку многие вирусы активно взаимодействуют с клеточной РНК хозяина. Аналогичные процессы наблюдаются и при некоторых формах рака, где нарушение стабильности РНК становится одним из признаков развития заболевания.

В настоящее время исследователи продолжают совершенствовать новую молекулу. Их основная задача заключается в повышении эффективности работы рибозима и расширении списка молекулярных мишеней, которые он сможет распознавать. В дальнейшем это может привести к созданию новых инструментов молекулярной диагностики и биотехнологии.

Перспективные направления применения открытия: исследование происхождения жизни, проверка гипотезы «мира РНК», молекулярная биология, диагностика вирусных инфекций, изучение онкологических заболеваний, секвенирование поврежденной РНК, разработка новых биотехнологических методов и создание высокоточных инструментов генетического анализа.

Новая работа демонстрирует, насколько тесно связаны фундаментальная наука и практическая медицина. Попытка понять, каким образом могли существовать первые живые организмы на Земле, неожиданно привела к созданию молекулярного инструмента, который способен помочь исследователям изучать современные заболевания. Подобные открытия еще раз показывают, что ответы на древнейшие вопросы биологии нередко становятся основой для технологий будущего.

Ссылка: «Рибозимная лигаза, требующая наличия 3'-концевого фосфата на субстрате РНК» DOI: [10.1038/s41467-026-74622-8](https://doi.org/10.1038/s41467-026-74622-8).