

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ
ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«ШАТУРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»
(ГБПОУ МО «ШЭТ»)

Современные биотехнологии в водородной энергетике:

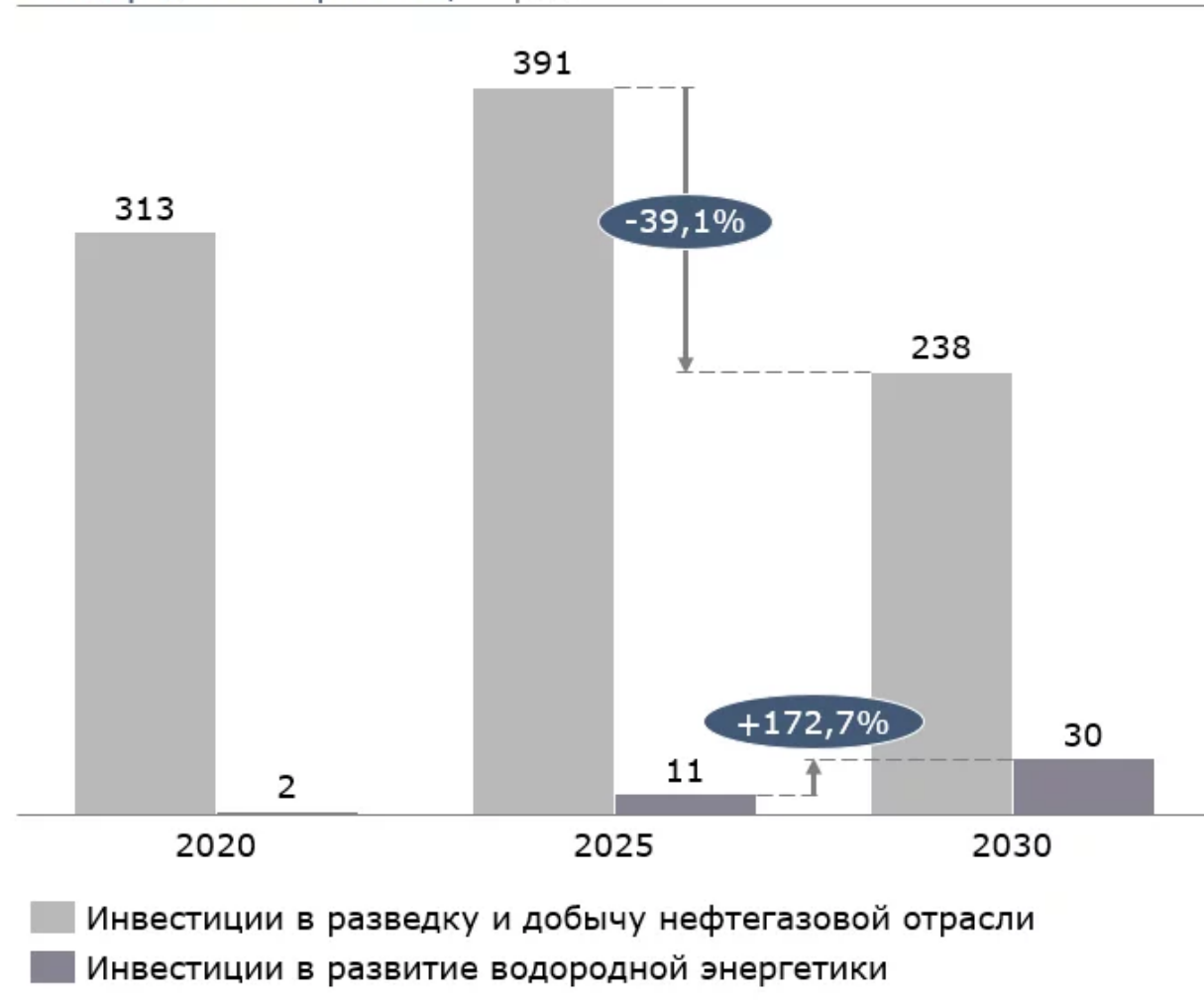
реалии и перспективы

Давыдов В.Ю., Косова С.А., Ёркина Н.В.

Мир переживает «бум инвестиций» в водородную энергетику. Бизнесмены из России и США, Китая и Саудовской Аравии, Японии и Австралии вкладываются в новую отрасль и верят в водородное будущее. В настоящее время потребляется до 74 млн тонн водорода в год. В будущем прогнозируется, что потребление возрастет в 7 раз. Соответственно будут расти и инвестиции. Уже к 2025 году рост инвестиций в водородную энергетику должен увеличиться с 2 до 11 млрд долл, а к 2030 году достигнуть 30 млрд долл.

Цель энергетической трансформации — сохранение климата и уменьшение ущерба для экосистемы.

Динамика объема инвестиций нефтегазовой отрасли и водородной энергетики, млрд долл.



Источник: World Energy Outlook; DNV GL Energy Transition Outlook; Hydrogen Council; Hydrogen Insights



Водородные стратегии принимают на государственном уровне. 5 августа 2021 года была утверждена «Концепция развития водородной энергетики». В 2023 году Председатель Правительства РФ Михаил Мишустин подписал постановление, в соответствии с которым компаниям будут компенсировать до 70% затрат на разработку водородных технологий.



Лидерами отрасли остаются:
«Газпром», «Росатом», НОВАТЭК, «H2 Чистая энергетика».

Преимущества водородной энергетики

1. Доступность
2. Отсутствие вредных выбросов. Не выделяется углекислый газ при сгорании.
3. Безопасность для окружающей среды.
4. Возможность использования в качестве ракетного топлива.
5. Возобновляемый источник энергии.

Недостатки водородной энергетики

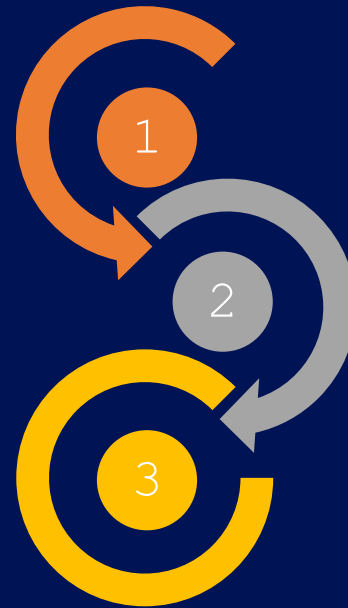
1. Высокая стоимость
2. Сложность хранения и транспортировки
3. Отсутствие инфраструктуры. Необходимы модификации транспортных средств, чтобы обеспечить место для водородного топлива.
4. Высокая воспламеняемость и взрывоопасность.
5. Необходимость использования ископаемого топлива.



Три варианта получения водорода:

«Серый»

«Зеленый»



«Голубой»

Известно, что водород выделяют многие бактерии, но большинство живет в строго анаэробных условиях и не может использоваться для масштабного производства этого газа. Однако в 1993 году в водах Мексиканского залива Луисом Шерманом была обнаружена одноклеточная цианобактерия. *Cyanobacterium cyanothese* 51142 совмещает в себе сразу два фундаментальных биохимических пути — это фотосинтез и запасание энергии в светлое время суток и азотфиксацию с выделением водорода и затратой энергии — ночью.



Позднее Химадри Пакраши (*Himadri Pakrasi*) доказал, что бактерия имеет «двухфазный цикл». В течение дня она фотосинтезирует, используя солнечный свет и атмосферный углекислый газ для запасания энергии в форме гликогена. Ночью эта энергия тратится, когда запускается фермент нитрогеназа, фиксирующий атмосферный азот и выделяющий водород в качестве побочного продукта (рис).

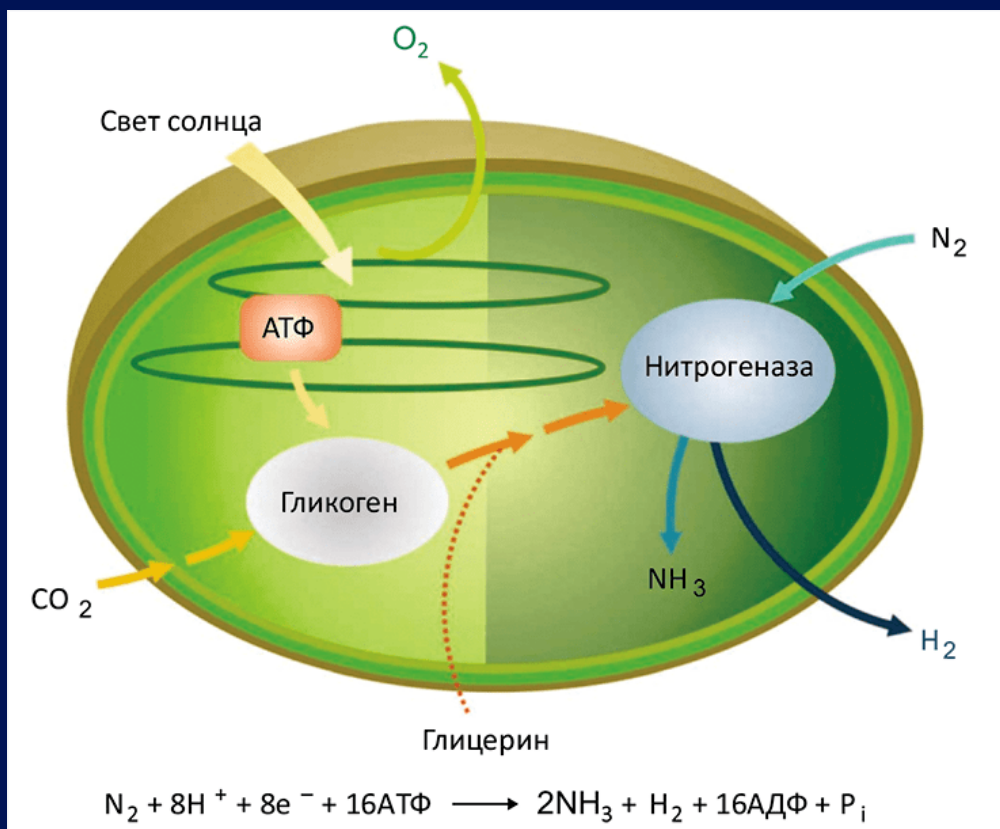
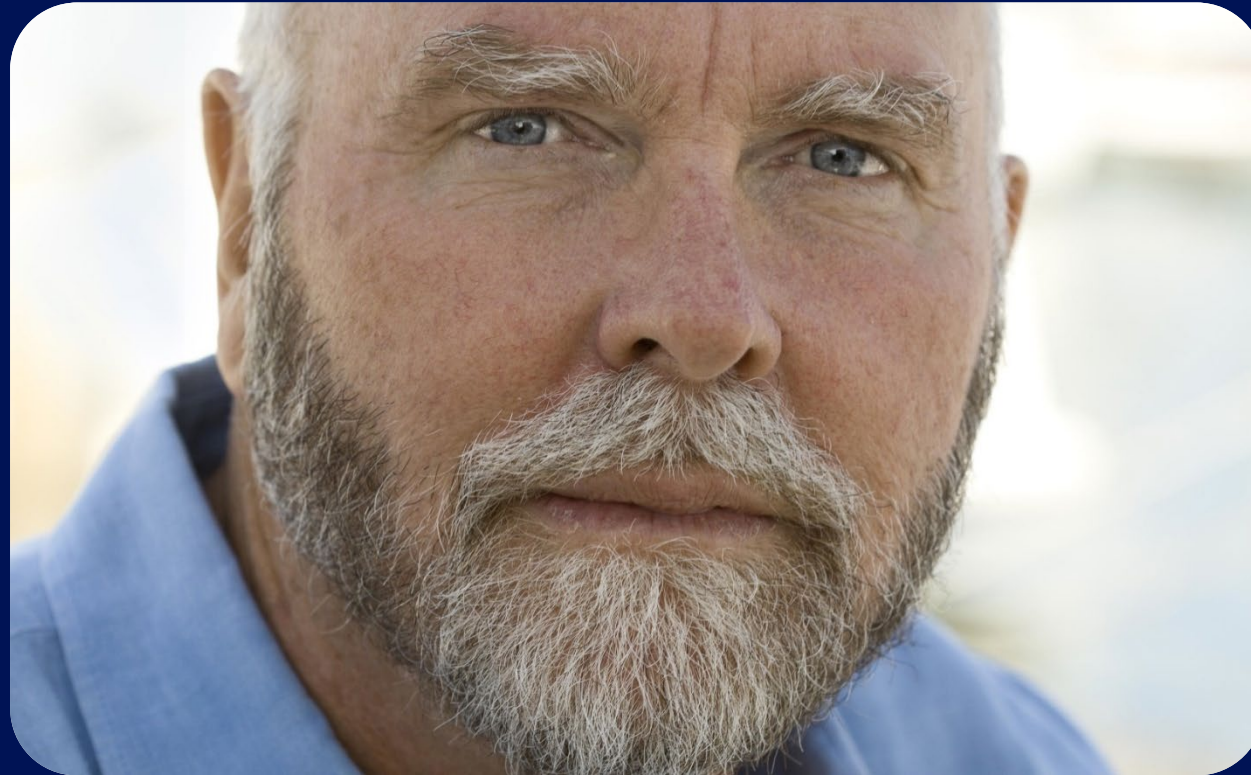
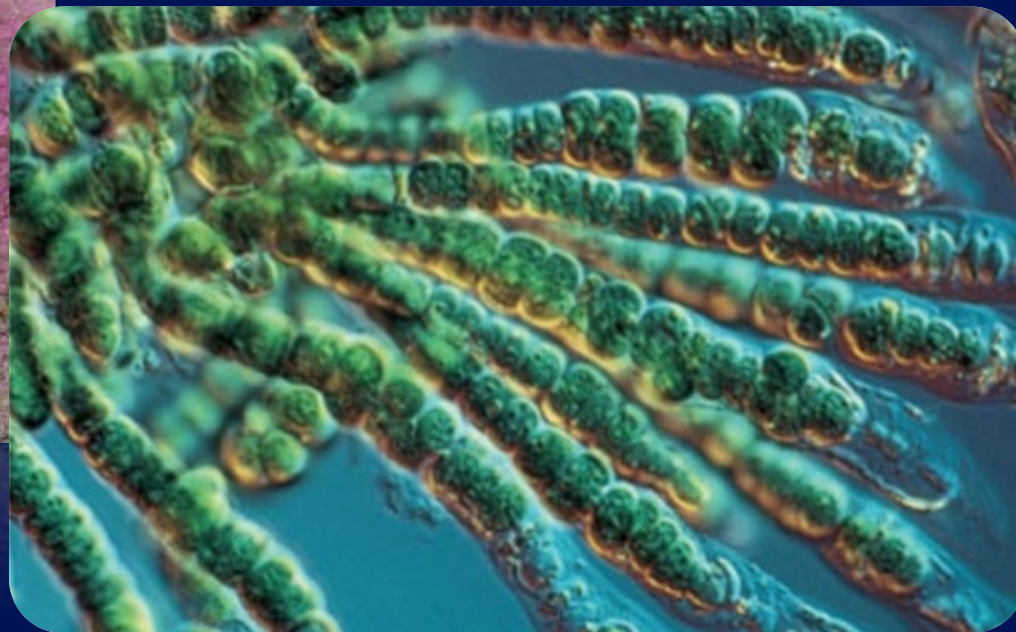


Рисунок 1. Фотобиологический синтез водорода бактерией *Cyanothece 51142*.

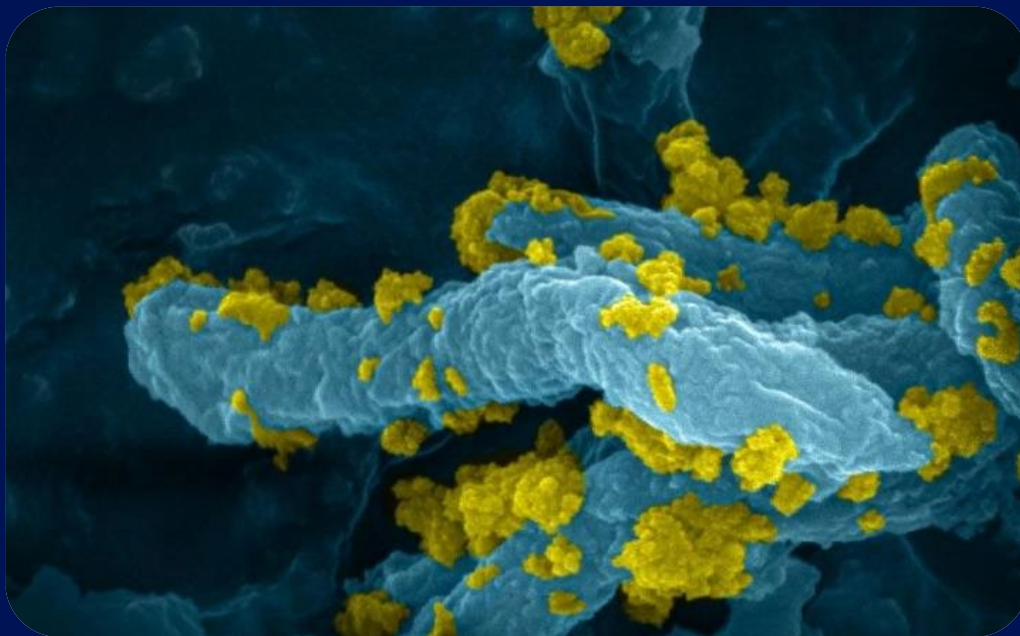
Бактерия использует лучи солнца в качестве источника энергии, а углекислый газ и глицерин из окружающей среды (если есть) как субстрат для синтеза запасящего полимера — гликогена. В темное время суток он, распадаясь, служит источником энергии для другого процесса — фиксации атмосферного азота, в котором водород служит акцептором электронов и выделяется в качестве побочного продукта.



Идея создать генно-инженерную бактерию, которая бы вырабатывала водород, используя энергию фотосинтеза, уже давно витает в воздухе. Известный молекулярный биолог **Крейг Вентер** назвал это приоритетным направлением своей деятельности. Может быть, такие микроорганизмы уже где-то обитают?



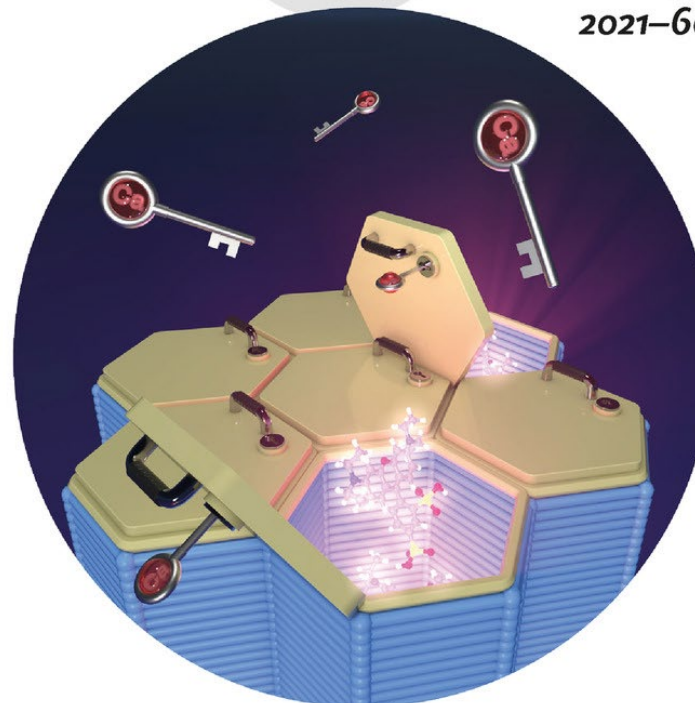
Иван Николаевич Гоготов в диссертации «Метаболизм водорода у фототрофных микроорганизмов» назвал наиболее перспективными с практической точки зрения пурпурные бактерии и цианобактерии, так как они способны к образованию водорода в результате биологической конверсии солнечной энергии.



Исследователи из Технологического института ITQB NOVA (Португалия) создают «световые бактериальные фабрики» для производства водорода, который можно использовать как топливо. В исследовании, представленном в журнале *Angewandte Chemie International Edition*, ученые описывают новый подход, основанный на биогибридных системах.

В них сочетаются нефотосинтезирующие бактерии с высоким содержанием водорода и полупроводниковые наночастицы сульфида кадмия (CdS), которые очень эффективно улавливают свет. Особенно активно производили водород из света почвенные бактерии *Desulfovibrio desulfuricans*. Эта бактерия содержит высокий уровень гидрогеназ, ферментов, участвующих в производстве водорода.

A Journal of the German Chemical Society
Angewandte
 GDCh
Chemie
 International Edition
 www.angewandte.org
 2021–60/16



Cover Picture

Takuzo Aida, Kou Okuro et al.
 Bio-adhesive Nanoporous Module: Toward Autonomous Gating

ACIEFS 60 (16) 8557–9144 (2021) · ISSN 1433-7851 · Vol. 60 · No. 16

WILEY-VCH

WILEY-VCH 8557–9144 (2021) · ISSN 1433-7851 · Vol. 60 · No. 16

Bio-adhesive Nanoporous Module: Toward Autonomous Gating
 Takuzo Aida, Kou Okuro et al.

Cover Picture

WILEY-VCH

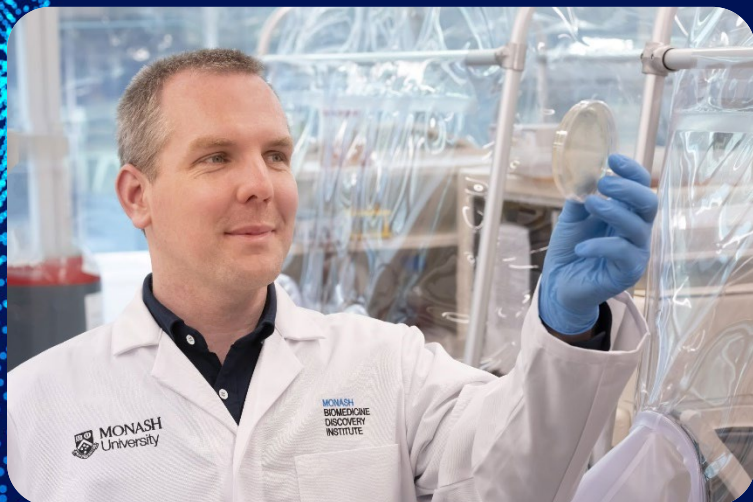


Ученые исследовательского центра Биотехнологии РАН изучили бактерии, найденные в реакторе для очистки сточных городских вод. Микроорганизмы оказались представителями нового штамма бактерий *Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum* – SP-H2. Они уверены, что *водородное топливо при помощи биотехнологий можно производить в промышленных масштабах*». Наиболее благоприятной для бактерии средой оказалась творожная сыворотка и отходы кондитерского производства.

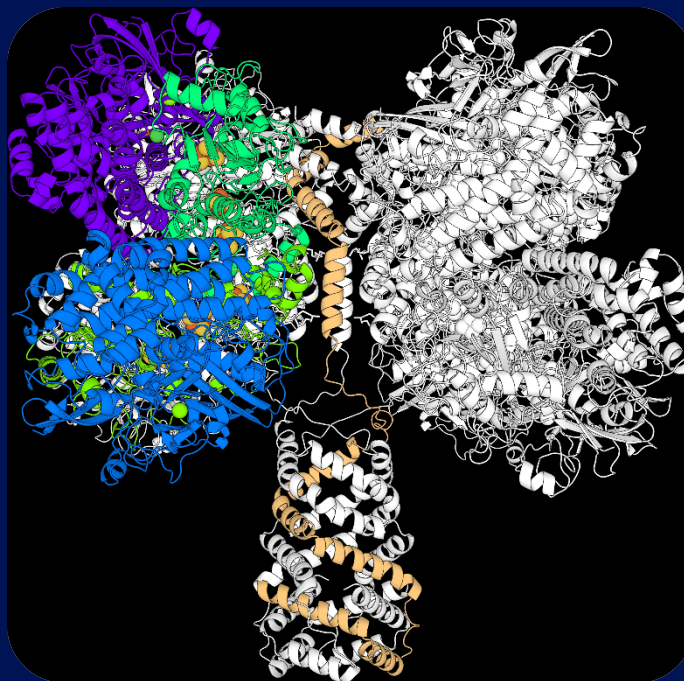


Ученые из Института биомедицинских открытий Университета Монаша в Мельбурне, Австралия, в ходе исследования водорода показали, что обычные почвенные бактерии *Mycobacterium smegmatis* вырабатывают фермент, извлекающий водород из атмосферы и превращающий его в электричество. Фермент называется Нис. Интересно, что генерирующие фермент бактерии можно выращивать в больших количествах.

«Можно заморозить фермент или нагреть его до 80 градусов Цельсия, и он сохранит свою способность генерировать энергию. Это свидетельствует о том, что этот фермент помогает бактериям выживать в самых экстремальных условиях - вулканических кратерах, глубинах океана, и в антарктических почвах».



Chris Greening



доктор Rhys Grinter, профессор
Ashleigh Kropp



Ученые изучили 451 вид бактерий из замерзшей почвы в Восточной Антарктиде и обнаружили, что большинство из них живут, используя водород из воздуха в качестве топлива. Когда бактерии получают из водорода энергию, единственным побочным продуктом является вода. Таким образом, способность генерировать воду из "разреженного воздуха" может объяснить, как эти бактерии смогли существовать в экстремальной среде в течение миллионов лет. Применяя "водородную экономику", бактерии удовлетворяют свои потребности в энергии, биомассе и гидратации. «Убивают трех зайцев» одним выстрелом.



Водород - самый распространенный элемент во Вселенной, составляющий почти три четверти всей материи. Он входит в состав звезд и газовых гигантов.

Есть выражение: «Если хочешь найти жизнь, следуй за водой». Но если учесть, что бактерии могут буквально делать воду из воздуха, можно сказать «Следуй за водородом, и тогда в будущем вполне реально создать комфортные условия жизни за пределами Земли».

