

Без микробов никуда. Их возможности неисчерпаемы.

Наука
№ 6(2019)

Дризе Юрий

08.02.2019



Член-корреспондент РАН Елизавета БОНЧ-ОСМОЛОВСКАЯ (на снимке) всю жизнь занимается исследованием микробов и каждый раз восхищается, открывая в них нечто новое, неожиданное. Возможностей для этого у нее предостаточно. Всего месяц как Елизавета Александровна стала заведовать кафедрой микробиологии биологического факультета МГУ. Но не расстается и с Институтом микробиологии им. С.Н.Виноградского (он входит в Федеральный исследовательский центр биотехнологии РАН), где проработала 40 с лишним лет и где сейчас ее сотрудники трудятся над проектом, поддержанным Российским научным фондом.

- В начале 70-х годов прошлого века я стала аспирантом замечательного микробиолога Георгия Александровича Заварзина, - вспоминает Е.Бонч-Осмолдовская, - что и определило мою дальнейшую научную судьбу. Мне открылся удивительно разнообразный мир микроорганизмов. Они относительно просто устроены. Скажем, бактерии и археи не имеют клеточного ядра, но при этом обладают невероятной способностью получать энергию для жизни, используя, например, неорганические соединения.



- И тем интересны науке?

- Безусловно, поскольку эту их особенность можно применить на практике. Кроме того, состояние планеты прямо связано с процессами, происходящими в биосфере. Скажем, парниковый эффект во многом зависит от концентрации метана в атмосфере. А метан, напомню, нам "поставляют" микробы. Отвечают они и за присутствие сероводорода в анаэробной зоне Черного моря, что препятствует

возникновению там высших форм жизни.

- Проект РФФ также связан с микроорганизмами?

- Да. Он называется "Энергоносители микробного происхождения: продуценты, пути образования, лабораторные модели получения". Мы решаем шесть различных задач. Половина - чисто фундаментальные исследования, половина - прикладные. Фундаментальные предусматривают поиск новых микроорганизмов-продуцентов



энергоносителей. В результате их жизнедеятельности образуются соединения, которые можно использовать в качестве источников энергии. Такие процессы идут, например, в донных осадках, болотах, очистных сооружениях - там, где нет доступа кислорода, где конечным продуктом разложения органического вещества становится метан. Продуктами жизнедеятельности анаэробных микроорганизмов также могут быть водород или спирты. Известно все это очень давно, но периодически интерес ученых всего мира обращается к микробным процессам, в результате которых образуются богатые энергией продукты. Предыдущий бум был в середине 70-х. Так, например, моя кандидатская диссертация (1979 год)

посвящена образованию метана из целлюлозы - самого распространенного биополимера на Земле.

Сегодня мы исследуем малоизученные анаэробные места сосредоточения микроорганизмов, где могут присутствовать новые микробы, продуцирующие богатые энергией продукты жизнедеятельности. Изучаем, например, обитателей грязевых анов Таманского полуострова (на снимке) и Сахалина. Грязевые вулканы образуются благодаря постоянно изливающейся с глубины в несколько сотен или даже тысячу метров жидкой грязи. Для ученых это, наверное, наиболее простой доступ к подземной биосфере - местообитанию сообществ анаэробных микроорганизмов, которые только недавно стали объектом исследования. В пробах грязевых вулканов обнаружили новых, ранее некультивируемых микробов, связанных с циклом образования метана. Пока мы не знаем, можно ли будет их использовать для практических целей, но когда-нибудь эти новые знания наверняка будут востребованы.

Второе направление наших исследований - образование углеводородов, происходящее с участием микроорганизмов. На Камчатке, в кальдере Узон, найдены углеводороды, которые некоторые ученые рассматривают как самую молодую в мире нефть, - ей всего 50 лет! И теперь мы пытаемся реконструировать в лаборатории процесс образования углеводородов из микробных сообществ, развивающихся в горячих источниках Узона. Совместно с профессором геологического факультета МГУ А.Бычковым в специальной установке создаем условия, при которых идет преобразование органического вещества микроорганизмов в углеводороды.

Третье фундаментальное направление - исследование взаимодействия микроорганизмов с минералами. Микробы могут использовать их в качестве источника энергии, в том числе в анаэробных условиях, при этом окислителем является CO_2 , а продуктом реакции - ацетат, из которого, в свою очередь, образуется метан. Таким образом, энергию, заключенную в восстановленном минерале, камне, микробы переводят в удобную для использования человеком форму - газообразное топливо.

Что касается предусмотренных грантом РФ практических задач, то рассчитываем, что наши исследования привлекут внимание специалистов, занимающихся разработкой технологий и пилотных установок, связанных с получением новых источников энергии. Речь идет не только о метане, получаемом из бытовых органических отходов, - такие технологии уже существуют. Наши сотрудники, например, создали микробные консорциумы, которые могут образовывать метан из отходов животноводства - куриных перьев и шерсти животных. Составляющие их белки - кератины - трудно разлагаемые, и их накопление представляет немаловажную проблему, учитывая гигантское количество кур, потребляемых в нашей стране, да и во всем мире. А созданные нами консорциумы микробов способны разлагать перья до простых органических веществ и в конечном итоге преобразовывать во все тот же метан.

Во время экспедиций на Камчатку мы нашли живущих в вулканах микробов, которые потребляют монооксид углерода, то есть угарный газ. Это яд для большинства живых существ, тогда как наши микробы используют его в качестве источника энергии, выделяя при этом из воды водород. Последний представляет собой самый экологически чистый источник энергии. Как применять такие микроорганизмы? При неполном сгорании древесины или угля образуется так называемый синтез-газ, представляющий собой смесь водорода и СО. В Музее транспорта в Мюнхене я видела старинный автомобиль, работающий на синтез-газе. Наши микроорганизмы, “перерабатывая” СО, превращают синтез-газ в чистый водород, тем самым значительно увеличивая его ценность в качестве топлива.

И последняя, шестая, задача нашего проекта - генерация электричества микроорганизмами. Они могут передавать электроны за пределы клетки, используя в качестве окислителя (“приемщика” электронов) при дыхании нерастворимые соединения, например, минералы окисленного железа, в том числе простую ржавчину. Точно так же микробы могут передавать электроны на анод электрохимической ячейки, в результате чего в ней возникает электрическое напряжение и формируется так называемый микробный топливный элемент или, попросту говоря, микробная “батарея”. Электричество таким образом можно получать из чего угодно, например, из органических отходов, из ила водоемов, из того же СО. Такие установки уже есть, и сейчас наша задача - найти наиболее эффективные сочетания микроорганизмов и субстратов, которые могут служить источником электронов, например, сельскохозяйственные отходы.

- Представьте, пожалуйста, вашу команду.

- В Институте имени С.Н.Виноградского я руковожу отделом биологии экстремофильных микроорганизмов (то есть живущих в экстремальных, с нашей точки зрения, условиях, например, при высоких температурах, солености, щелочности), состоящим из двух лабораторий, всего около 30 человек. Шесть исследователей работают вместе с 1996 года, остальные - молодежь, наши бывшие студенты и аспиранты. Горжусь, что мы сумели их привлечь и удержать, что, конечно, было непросто. Проект РФФИ, который мы сейчас выполняем, наш коллектив завоевал как лаборатория мирового уровня, что подтверждено нашими исследованиями и публикациями. Но они не были бы возможны без современного оборудования, за что хочу поблагодарить РФФИ, а также программу Президиума РАН “Молекулярная клеточная биология” и ее руководителя академика Г.Георгиева, поддерживавших нас в течение 13 лет. Благодаря этой программе наши молодые ученые сразу стали ездить на международные конференции - понятно, как для них это было важно, - и в интереснейшие экспедиции на Камчатку, Курилы, Байкал и даже к глубоководным вулканам Мирового океана. Сотрудники отдела защитили четыре докторских и 10 кандидатских диссертаций. И сегодня наши первые ученики уже сами руководят аспирантами.

- А если сравнить достижения вашего коллектива и зарубежных коллег?

- Думаю, мы входим в первую пятерку лабораторий мира, работающих в этой области. Хотя сравнивать и нелегко, так как по западным меркам наш отдел больше походит на институт. Ведь на Западе группы маленькие - профессор, два-три постдока и аспиранты, работающие по одному-двум направлениям, - в то время как мы охватываем целую область. Нашим преимуществом, на мой взгляд, является использование современных молекулярных методов идентификации микроорганизмов в природных сообществах в сочетании с классическими (в микробиологии это прежде всего лабораторное культивирование), что, как мне кажется, придает нашим работам глубину и законченность. Нам удалось описать несколько неизвестных ранее линий микроорганизмов. У одной из них, например, обнаружен новый механизм ассимиляции углекислоты в органическое вещество - процесс, на котором, как известно, основана вся жизнь на Земле. В настоящее время мы сосредоточились на поиске альтернативных источников энергии, получаемых с помощью найденных нами микроорганизмов, - это направление поддержано РФФИ.

- Помимо поиска и характеристики новых путей получения энергоносителей с помощью микроорганизмов какие еще условия гранта выполняет ваша группа?

- Мы обязаны опубликовать большое количество статей, причем в лучших научных иностранных журналах. Всего должны быть 44 публикации за четыре года. Пока за первые два вышли 14. А главная наша задача - создать задел для будущих технологий, и здесь мы рассчитываем на интерес со стороны компаний, занимающихся поиском альтернативных путей производства энергии. Мы готовы к их предложениям и сотрудничеству.

Юрий ДРИЗЕ

Фото Николая Степаненкова

Иллюстрации предоставлены Е.Бонч-Осмоловской

На снимке: ферментер, в котором термофильные бактерии разлагают перемолотые птичьи перья и образуется метан.