

**284. СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА
МИКРОБНЫХ ПРОЦЕССОВ
В ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ
СООБЩЕСТВАХ СОДОВЫХ ОЗЁР
КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ**

Самылина О.С., Косякова А.И., Меркель А.Ю.,
Каллистова А.Ю., Пименов Н.В.

Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского,
ФИЦ Биотехнологии РАН

Известно, что физиологическая активность микроорганизмов в водных экосистемах может подчиняться циркадным ритмам, приводящим к изменению интенсивности микробных процессов в течение суток. Фототрофные микроорганизмы и процессы изучены в этом отношении лучше, чем хемотротрофные, но микробные сообщества содовых озёр до сих пор остаются «белым пятном».

Целью работы было *in situ* изучение суточной динамики процессов выделения и окисления метана (ВМ и МО), первичной продукции (ПП), темновой ассимиляции углекислоты (ТАУ) и азотфиксации (АФ) в цианобактериальных сообществах содовых озёр Кулундинской степи (Алтайский край). Были исследованы два озера: Горчина 1 (30 г/л) и Петуховское содовое (61 г/л). Объектом исследования были фототрофные сообщества, которые скапливались в виде толстого слоя рыхлой биомассы у уреза воды. В их составе преобладали цианобактерии родов *Nodosilinea*, *Sodalinema*, cf. *Leptolyngbya* и cf. *Trichormus*.

Интенсивность ПП имела выраженный светозависимый характер, в то время как ТАУ была низкой в течение всех суток. АФ также носила светозависимый характер. Содержание метана в биомассе исследуемых сообществ в утренние часы составляло до 150-200 нмоль $\text{CH}_4/\text{см}^3$, что значительно превышало дневные значения (до 70 нмоль $\text{CH}_4/\text{см}^3$). В изучаемых образцах доминировали гидрогенотрофные метаногенные археи рода *Methanocalculus* и метанотрофные бактерии рода *Methylovumicrobium*. Пик интенсивности МО наблюдался в утренние часы и совпадал по времени со значительным поглощением метана в экспериментальных флаконах и со снижением содержания метана в *in situ* биомассе. Наиболее высокие скорости МО наблюдались в период активного окислительного фотосинтеза (ПП). Динамика выделения/поглощения метана была неравномерной: пики выделения метана наблюдались в ночное время, а также в период максимальной интенсивности ПП.

Предполагается, что стимуляция окисления метана днём может быть связана с выделением кислорода цианобактериями, а дневной пик образования метана — либо с активностью гидрогенотрофных метаногенов, стимулируемых выделением водорода цианобактериями при АФ, либо с разложением метилфосфонатов цианобактериями.

Самылина Ольга Сергеевна, старший научный сотрудник лаборатории реликтовых микробных сообществ Института микробиологии им. С.Н. Виноградского, ФИЦ Биотехнологии РАН, Москва, Россия.

Телефон: +7 (903) 287-90-60

E-mail: olga.samyлина@gmail.com

**285. FMN-НЕЗАВИСИМЫЙ
ОБРАТНЫЙ ПЕРЕНОС
ЭЛЕКТРОНОВ, КАТАЛИЗИРУЕМЫЙ
ПРОТОНТРАНСЛОЦИРУЮЩЕЙ
NADH:УБИХИНОН-
ОКСИДОРЕДУКТАЗОЙ
ПЛАЗМАТИЧЕСКИХ МЕМБРАН
*PARACOCCLUS DENITRIFICANS***

Гривенникова В.Г., Гладышев Г.В.

Кафедра биохимии, Биологический факультет,
Московский государственный университет им.
М.В.Ломоносова

Протонтранслоцирующая NADH:убихинон-оксидоредуктаза (комплекс I) почвенной бактерии *Paracoccus denitrificans* состоит из 17 субъединиц с общей молекулярной массой ~550 кДа. В состав фермента входят нековалентно связанный FMN, служащий первичным акцептором электронов для NADH, и 8-9 FeS-кластеров. Комплекс I катализирует окисление NADH убихиноном, сопряженное с трансмембранным переносом протонов и генерацией потенциала на плазматической мембране бактерий. Помимо убихинона восстановленный фермент может быть реокислен гидрофильными искусственными акцепторами электронов, такими как феррицианид и гексаамминрутений (III) (HAR). Если на мембранах присутствует протонный градиент, реакция окисления NADH полностью обратима, и комплекс I способен катализировать так называемый обратный перенос электронов от убихинола на NAD^+ и его аналоги, а также на некоторые искусственные акцепторы электронов. В последние годы достигнут значительный прогресс в установлении структуры фермента, однако пред-

ложенные схемы внутримолекулярного переноса электронов остаются гипотетическими.

Общепринято, что FMN принимает участие во всех реакциях, катализируемых комплексом I. Согласно структурным данным, это единственная редокс группа, имеющая доступ к водному окружению белка и способная к взаимодействию с гидрофильными соединениями. Все реакции, происходящие при участии FMN, блокируются высокоспецифичным ингибитором комплекса I NADH-ОН. В нашей работе мы впервые показали, что комплекс I в плазматических мембранах *P. denitrificans* катализирует FMN-независимый обратный перенос электронов на НАР, нечувствительный к NADH-ОН. Мы предполагаем, что в составе фермента помимо FMN есть еще одна редокс группа, доступная для гидрофильных соединений, что подтверждается сложной кинетикой взаимодействия комплекса I с НАР. Предложена схема взаимодействия НАР с редокс компонентами фермента в прямой реакции окисления NADH и в обратном переносе электронов.

Работа поддержана грантом РФФ 22-24-00106.

Гривенникова Вера Георгиевна, доцент кафедры биохимии Биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия.

Телефон: +7 (916) 479-24-06

E-mail: vgrivennikova@mail.ru

286. НОВЫЕ КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ LIMNOCHORDIA ИЗ ГЛУБИННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ПРОЛИВАЮТ СВЕТ НА ФИЗИОЛОГИЮ И ЭКОЛОГИЮ ЭТОГО КЛАССА

Лукина А.П.¹, Авакян М.Р.¹, Равин Н.В.², Карначук О.В.¹

¹ Томский государственный университет, Томск, Россия

² Институт Биотехнологии им. К.Г. Скрыбина, ФИЦ Биотехнологии РАН, Москва, Россия

В классе *Limnochordia*, представляющем глубокую филогенетическую линию в *Firmicutes* (переклассифицированных недавно в *Bacillota*), до настоящего времени был представлен единственный культивируемый представитель, *Limnochorda pilosa*, выделенный из осадков меромиктического озера в Японии. Метагеномный анализ показал присутствие *Limnochordia* в различных наземных

биотопах, среди которых преобладают анаэробный ил и осадки дайджестеров. Ранее мы обнаружили представителей класса молекулярными методами в глубинных термальных водоносных горизонтах в различных локациях, однако их доля в сообществе была небольшой и не превышала 0.4%. Целью настоящего исследования было получение чистых культур *Limnochordia* из глубинных водоносных горизонтов и их характеристика.

Анализ композитного генома, собранного из метагенома подземных вод, позволил подобрать условия и сформулировать питательные среды для накопления и дальнейшего выделения в чистую культуру двух новых представителей класса. Филогенетический анализ по гену 16S рРНК выделенных штаммов LN и 945 показал их значительное удаление от известных представителей домена *Bacteria*. Среднее сходство аминокислотных последовательностей геномов (AAI) штаммов LN и 945 с *L. pilosa* составляло 51.2 и 51.5%, соответственно, предполагая, что штаммы относятся к новому семейству класса, для которого предложено название *Geochordaceae* fam. nov. AAI между штаммами LN и 945 составляло 65.5%. Факт значительного различия физиологии позволяет предположить, что штаммы относятся к разным родам семейства.

Метаболизм *Limnochordia*, сочетающих способность к гидролизу полимеров, таких как крахмал, с литотрофным ростом на СО, идеален с точки зрения экологии подземных биотопов, где источник энергии для роста прокариот не очевиден. Кроме того, штамм 945 способен к аэробному дыханию, что хорошо согласуется с новой теорией «темного» кислорода в подземной биосфере. Сульфидогенез штаммов возможен только за счет присутствия цистеин сульфуриказы, диссимиляционная сульфатредукция отсутствует.

Выделение и изучение физиологии новых штаммов поддержано грантом РФФ 21-14-00114 (ОВК), определение последовательности геномов – грантом РФФ 22-14-00178 (НВР)

Лукина Анастасия Петровна, младший научный сотрудник лаборатории биохимии и молекулярной биологии, Томский государственный университет, Томск, Россия

Телефон: +7 (953) 926-24-37

E-mail: anastasiya-lukina-93@mail.ru