



Межрегиональная
ассоциация
когнитивных
исследований



ЦЕНТР РАЗВИТИЯ
МЕЖЛИЧНОСТНЫХ
КОММУНИКАЦИЙ



БФУ
ИМ.И.КАНТА



Правительство
Калининградской
области

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ

VIIIth INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE SCIENCE

18.10.18 - 21.10.18

СВЕТЛОГОРСК
РОССИЯ

SVETLOGORSK
RUSSIA

Конференция организована
ИНСТИТУТОМ ПСИХОЛОГИИ РАН
БАЛТИЙСКИМ ФЕДЕРАЛЬНЫМ УНИВЕРСИТЕТОМ ИМЕНИ
ИММАНУИЛА КАНТА
МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ
«АССОЦИАЦИЯ КОГНИТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ» (МАКИ)
ЦЕНТРОМ РАЗВИТИЯ МЕЖЛИЧНОСТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

При поддержке
ПРАВИТЕЛЬСТВА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

The Conference is organized by
INSTITUTE OF PSYCHOLOGY OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
IMMANUEL KANT BALTIC FEDERAL UNIVERSITY
THE INTERREGIONAL ASSOCIATION FOR COGNITIVE STUDIES (IACS)
CENTRE FOR THE DEVELOPMENT OF INTERPERSONAL COMMUNICATION

With support from
GOVERNMENT OF THE KALININGRAD REGION

«РАЗДЕЛЕНИЕ ТРУДА» В МИКРОБНОМ СООБЩЕСТВЕ¹

Греченко Т.Н.,

grecht@mail.ru

Харитонов А.Н.

ankhome@list.ru

Жегалло А.В.

zhegs@mail.ru

Институт психологии РАН (Москва, Россия)

Бактерии существуют в сообществах и координируют свое поведение для выполнения специфических функций. Создание биопленки является примером такого поведения. Развитие биопленки является хорошо регулируемым процессом, в котором бактерии интегрируются в сообщества посредством внутренней и внешней сигнализации. Сложность создания биопленки заставляет предполагать, что это не стохастический процесс, а скорее способ развития, в котором изменение формы и функции играет ведущую роль в жизненном цикле бактерий. Организация сообщества требует координированных действий участников, между которыми происходит коммуникация. Одним из признаков сообщества (социума) является разделение труда (Фомина, 2015). Мы предполагаем, что в бактериальном сообществе существует “разделение труда”, которое основано на определенных морфологических, физиологических и функциональных свойствах клеток. Нами были выполнены эксперименты на микроорганизмах, имеющих разное таксономическое положение и различный эволюционный возраст – прокариотах (цианобактериях *Oscillatoria terebriformis*, *Geitlerinema* sp. и *Halothecesp.*, сенных палочках *Bacillus subtilis*,) и одноклеточных эукариотах (дрожжах *Saccharomyces cerevisiae*). Регистрации полевых потенциалов стеклянными электродами (диаметр кончика 2-3 мкм, заполнены 2,5 М или 1 М раствором KCl) показали, что электрическая составляющая присуща всем этим существам и характеризуется осцилляторной активностью частотой от 0,5 до 35 Гц. (Греченко и др., 2013). Анализ частотных спектров показал, что при отведении электрической активности от одного и того же локуса биопленки цианобактерий или сенных палочек или от одного и того же скопления дрожжевых клеток можно обнаружить высокочастотную и низкочастотную активность, а также включение или выключение одного из компонентов осцилляций, так что одна частота сменяет другую (рис.1). В зависимости от задачи, решаемой со-

¹ Работа поддержана РФФ грант № 14-28-00229

обществом, может понадобиться тот или иной тип активности, который и обеспечивают специальные члены сообщества.

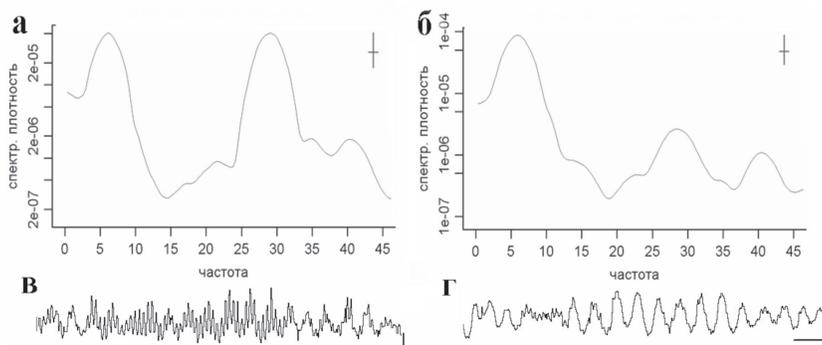


Рис.1. Независимая активность высокочастотных и низкочастотных осцилляторов сообщества цианобактерий: а,б – частотные спектры полевых потенциалов, представленных на (в, г) . Обозначения для а,б – ось абсцисс-частота в Гц, ось ординат – спектральная плотность в условных единицах, горизонтальная черта — полоса пропускания, вертикальная черта — 95% доверительный интервал; в,г – калибровка: 300 мс, 5 мкВ.

Возможны такие состояния, которые обеспечиваются только одним видом его членов (высокочастотным или низкочастотным). Примером может быть стабильное состояние биопленки, имеющей определенную конфигурацию и морфофункциональное оформление. Электрическая активность, отводимая в любом локусе такой системы, представлена низкочастотными (от 2 до 5-6 Гц) высокоамплитудными осцилляциями. Противоположным этому является состояние активности, порожденное “строительными” работами – в этом случае зоны, охваченные активностью, характеризуются частотами до 30-35 Гц. Эти наблюдения подтверждаются исследованиями, зафиксировавшими высокий уровень электрической активности в аналогичных обстоятельствах (Masietal.,2015). Для идеи о разделении труда вопрос в том, обеспечиваются ли высокочастотные и низкочастотные осцилляции специальными клетками или же это электрически выраженные состояния одних и тех же клеток. Предположение о специализированных членах сообщества опирается на результаты работ по электронной микроскопии - в частности, в ряде работ показана морфологическая гетерогенность микробных популяций, установлены закономерности в изменении структуры микробных сообществ на раз-

ных этапах развития, проявляющиеся в изменении соотношения различных типов клеток - физиологически активных, покоящихся, автолизированных и инволюционных (Рыбальченко, 2003, von Bronk et al., 2017). О функциональном разделении клеток микробного сообщества также могут свидетельствовать данные о том, что в любой популяции наряду с бактериями, имеющими характерную для данного вида ультраструктурную организацию, можно обнаружить различные морфологические варианты, отличающиеся не только по строению, но и по физиологическим и генетическим свойствам (Иванов и др., 1984). Методом электронно-микроскопической автордиографии было показано, что отмеченные морфологические варианты отличаются функционально и репродуктивно. Кроме того показано, что клетки, имеющие общие функции, формируют структурно-функциональные кластеры (Воскун и др., 1989). Следовательно, предположение о “разделении труда” в бактериальном сообществе в форме генераторов, обеспечивающих высокочастотную и низкочастотную осцилляционную активность, имеет ряд экспериментальных подтверждений.

Воскун С.Е., Смирнов С.Г., Панов Л.А. 1989. Гетерогенность популяции *Escherichiacoli* THR по усвоению 3H-треонина // Микробиология.. Т. 58. Вып. 4. С. 602-606.

Греченко Т.Н., Жегалло А.В., Харитонов А.Н. 2013. Частотный анализ электрической активности микроорганизмов // Эволюционная и сравнительная психология в России: традиции и перспективы / Отв. ред. Харитонов А.Н. – М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, С. 201-207.

Иванов В.Н., Угодчиков Г.А. 1984. Клеточный цикл микроорганизмов в гетерогенных популяциях. Киев: Наукова Думка., 279 с.

Рыбальченко О. В. Морфо-физиологические аспекты взаимодействий микроорганизмов в микробных сообществах Дисс. Док. биол. наук, Спб, 2003, С-Петербург. Универ., медицинский ф-т. Специальность 03.00.23

Фомина А. Г. Социум и социальные процессы в обществе // Молодой ученый. — 2015. — №19.1. — С. 58-60. — URL <https://moluch.ru/archive/99/22400/> (дата обращения: 04.04.2018).

Masi E., Ciszak M., Santopolo L., Frascella A., Giovannetti L., Marchi E., Viti C. and Mancuso S. 2015. J Electrical spiking in bacterial biofilms R Soc Interface. Jan 6;12(102):20141036
von Bronk B., Schaffer S.A., Götz A., Opitz M. 2017. Effects of stochasticity and division of labor in toxin production on two-strain bacterial competition in *Escherichia coli*. PLoSBiol. May 1;15(5):e2001457.