



**ЖАРКОВ Дмитрий Олегович** – доктор биологических наук, заведующий группой взаимодействий биополимеров Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск). Победитель конкурса Фонда содействия отечественной науке «Лучшие ученые РАН» 2004—2005 гг. Автор 69 научных публикаций и 1 патента

**Ключевые слова:** микробиом, метагеномика, энтеротип, желудочно-кишечный тракт, иммунитет.

**Key words:** microbiome, metagenomics, enterotype, gastrointestinal tract, immunity

Так выглядят под электронным микроскопом бактерии рода *Prevotella* – одного из трех микроорганизмов, определяющих энтеротип человека. Один из штаммов этих бактерий (слева) образует своеобразные «сеточки», возможно, помогающие прикрепляться к стенкам кишечника. Другой, справа – не образует, что не мешает бактериям процветать в нашем кишечнике

## Человек как среда обитания

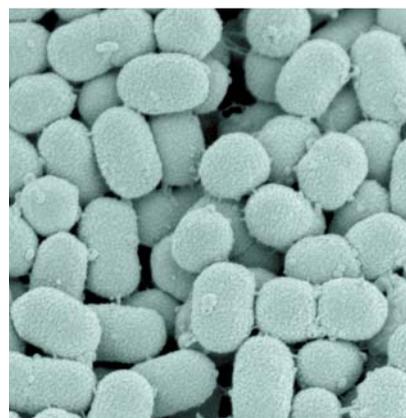
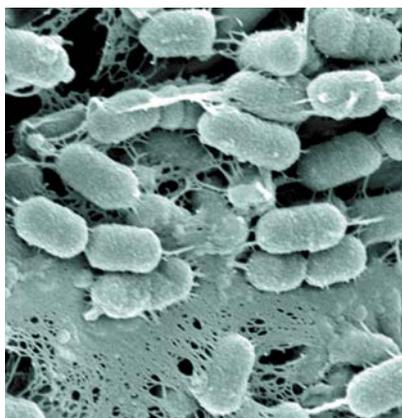
Включение журналом «Science» в список главных научных новостей 2011 г. исследований, посвященных сообществам кишечных микроорганизмов (микробиомов), продолжает вектор, заданный этим же журналом в предыдущем году. О важности исследований микробиома человека свидетельствует тот факт, что они вошли и в список десяти наиболее значимых достижений первого десятилетия XXI в.

Если говорить о человеке как о совокупности отдельных клеток, то помимо примерно 50 трлн собственных клеток в каждом из нас заключено еще 450 трлн клеток «чужих». Это – те бактерии, для которых наш организм является своеобразной средой обитания. В основном эти неприметные и не только живут, но и трудятся на его пользу: помогают переваривать сложные углеводы; поставляют значительную часть витаминов, которые наш организм не может синтезировать; стимулируют иммунную систему, большая часть которой сосредоточена в лимфоидных тканях в стенке кишечника.

Обычно мы получаем свою микрофлору в первые моменты жизни – при прохождении через родовые пути и с материнским молоком. О необходимости бактериальных квартирантов свидетельствует тот факт, что свободные от микрофлоры животные – *гнотобиоты*, получаемые путем кесаревого сечения матери и искусственным вскармливанием в стерильных условиях, страдают от многих заболеваний и даже есть должны больше, чем нормальные животные, для поддержания своего веса.

Но исследовать наших сожителей непросто. Ведь чтобы знать, кто в нас живет, нужно их из организма извлечь и культивировать на искусственной среде, а далеко не все из них поддаются культивированию, даже на самых «деликатесных» средах. По оценкам доля некультивируемых микроорганизмов в разных местообитаниях (считая не только наш кишечник, но и почву, листья растений, морскую воду и т. д.) может достигать 90 %!

На помощь пришли методы современной геномики, что вылилось в появление новой области биологии – *метагеномики*. Ключевую роль здесь сыграло развитие методов массового секвенирования ДНК, благодаря которым можно одновременно читать миллионы коротких кусков ДНК и собирать



из них полные геномы или их достаточно протяженные участки. Сейчас в принципе можно выделить общую ДНК из любого природного образца и охарактеризовать состав населяющих его организмов, включая вирусы и бактерии.

Применение метагеномики к человеку как месту обитания микробов уже дало интересные результаты. Например, было обнаружено, что микрофлору почти всех людей можно разделить на три основных типа по доминирующим видам бактерий. Энтеротипы различаются по относительной эффективности переработки пищи, синтеза витаминов и другим показателям. Интересно, что хотя энтеротип зависит от диеты – например, *Bacteroides* характерен для мясоедов, а *Prevotella* – для вегетарианцев, при временной смене диеты энтеротип не меняется. Может быть, именно наши сожители и определяют наши вкусы?

А врачи уже осваивают новый вид трансплантации. Оказывается, при ряде воспалительных заболеваний кишечника можно помочь пациенту, проведя трансплантацию фекальных масс от здорового человека. Звучит не очень аппетитно, зато многообещающе. Появлялись даже сообщения о том, что такая процедура помогает при рассеянном склерозе – нейродегенеративном заболевании, обусловленном расстройством иммунной системы.

Исследования микробиома человека только начинаются, и, несомненно, те 450 трлн клеток, которые живут в нас, но не связаны с нами генетическим родством, таят еще немало сюрпризов.



**МОШКИН Михаил Павлович** – доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом генофондов экспериментальных животных, научный руководитель ЦКП «SPF-виварий» Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 150 научных публикаций, в том числе 1 монографии

Высокая оценка исследований микробиома человека, данная *Science*, демонстрирует эволюцию отношения просвещенного человечества к микроорганизмам, населяющим человеческое тело. Все началось с безоговорочной борьбы в начале XIX в., а сегодня осознанное управление бактериальным и вирусным сообществом начинают рассматривать как новый перспективный подход к профилактике и лечению болезней.

Здесь нельзя не отметить, что значимость кишечной микрофлоры для здоровья человека была впервые обоснована нобелевским лауреатом, нашим знаменитым соотечественником профессором И. И. Мечниковым. Отмеченное же *Science* сведение на основе генетического анализа всего разнообразия

кишечных микробиомов к трем энтеротипам (Arumugam *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2011) – важный шаг к практическому применению методов современной геномики, которые, несомненно, будут востребованы в разных областях лечебной и, особенно, профилактической медицины.

Пересмотреть взгляды на существование человека, бактерий и вирусов заставляет расширение морфофизиологических «полномочий» воспалительных реакций, которые, будучи механизмами иммунной защиты, оказывают влияние на многие функции организма и вовлекаются в развитие таких заболеваний, как атеросклероз, ожирение, болезнь Альцгеймера и др.

Сегодня можно утверждать, что вся совокупность знаний о взаимодействии микроорганизмов с их хозяевами, в том числе и с человеком, приводит к вполне очевидному, но не всеми признаваемому выводу: микробиологическое окружение – такой же параметр среды, как температура, содержание кислорода и т. д. И во взаимодействии с этим чрезвычайно разнообразным и динамичным фактором ведущую роль играет иммунная система, названная Э. Блаломом «шестым органом чувств».

Поскольку наши иммунокомпетентные клетки находятся в постоянном диалоге с бактериями и вирусами, их реакция на бактериальные и вирусные раздражители влияет на обмен веществ целого организма и на механизмы нейроэндокринной регуляции. И, в конечном итоге, – на наше умонастроение и поведение.

### Литература

Ваганов А. Жизнь после генома только начинается // *Независимая газета*. 8.12.2010.  
Поройко В. Глубокоуважаемый микроб // *Популярная механика*. 2008. № 4. С. 46–50.