

A vibrant landscape featuring a bright sun in a blue sky with scattered white clouds. Below the sky is a green field with a line of trees in the distance.

*Вполне
глобальная
задача*

ТЕРМИН «БИОТЕХНОЛОГИИ» ПОЯВИЛСЯ В НАЧАЛЕ XX В. НА САМОМ ДЕЛЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ БИОТЕХНОЛОГИЙ ЧЕЛОВЕЧЕСТВО ЗАНИМАЕТСЯ УЖЕ МНОГИЕ ВЕКА.

Сегодня биотехнологии включают себя и такие области, как биоэнергетика, биоэкономика и даже биоэтика и биополитика. Рассказать обо всех этих направлениях мы попросили начальника НТК биоэнергетики НИЦ «Курчатовский институт» доктора биологических наук, профессора Раифа Гаяновича Василова

— Раиф Гаянович, мы находимся в Курчатовском институте, а он ассоциируется прежде всего с ядерной энергетикой, с атомной, но никак не с биотехнологиями.

— Сегодня биотехнологии стали, пожалуй, таким же прорывным направлением, каким в свое время была ядерная энергетика. Как вы знаете, несколько лет назад Курчатовский институт благодаря усилиям Михаила Валентиновича Ковальчука начал развивать новое направление — конвергенцию наук и технологий. Это мировой тренд научного развития, который объединяет весь комплекс самых передовых технологий: нано-, био-, информационные, когнитивные и социогуманитарные науки и технологии. Именно эти конвергентные науки и технологии определяют новый технологический уклад, по сути, новый этап развития цивилизации. Конечно, по-прежнему главное стратегическое направление Курчатовского института — это ядерная энергетика и технологии, с этим связанные. Но второе приоритетное направление, стремительно набирающее темп, — это как раз конвергентные технологии. В созданном М.В. Ковальчуком уникальном НБИКС-центре биотехнологии — одно из ключевых направлений, в составе которого на первом плане «нанобио», или «бионано».

Ничто не вредно под Луной

— Часто приходится слышать про опасность биотехнологий, вред ГМО, появляются законопроекты о запрете клонирования. Как вы думаете, можно ли очастливить человечество, запретив биотехнологии?

— Подобные опасения в отношении биотехнологии связаны большей частью с недостаточной информированностью. Как можно запретить биотехнологии? Прогресс остановить невозможно. Ведь все, что связано с пищей, медициной, фармакологией, охраной окружающей среды, в определенной степени с энергетикой,

даже современная промышленная химия, сегодня развивается на основе биотехнологий. Другое дело, что развитие подобных прорывных направлений всегда сопряжено с определенными рисками. Возвращаясь к проблеме ГМО, имея в виду сельскохозяйственные растения, нужно выделить несколько аспектов: медико-биологический (о котором чаще всего говорят), экологический (как это будет влиять на окружающую среду) и чисто экономический. Последний — пожалуй, наиболее важный. Сегодня основные лоббисты, ратующие за ГМО, — это транснациональные корпорации, практически на 100% контролирующие рынок ГМ-семян. Оппоненты выращивания ГМО утверждают, что, поскольку у нас нет собственных генетически модифицированных семян, разрешение на их использование фактически открывает рынки для тех самых транснациональных корпораций. Поэтому задача заключается в том, чтобы интенсивно развивать собственные научные исследования в этом направлении, создавать собственные технологии, а после этого уже открывать рынок для выращивания ГМ-культур. И, безусловно, необходимо на государственном уровне сформировать достаточную нормативную базу, наладить систему постоянного мониторинга и контроля оборота ГМ-продуктов, всесторонних объективных исследований и экспертизы продуктов питания и кормов для животных, произведенных с использованием генетически модифицированных источников.

— Расскажите о наиболее продвинутых проектах в области биотехнологий, биоэкономики, биоэнергетики, которые развиваются в Курчатовском институте.

— В Курчатовском институте мы активно развернули работы по наиболее прорывному направлению — изучению генома животных, растений и человека. На самом высоком уровне ведутся исследования по исследованию



! Справка

Раиф Гаянович Василов

Ведущий специалист в области биотехнологий, доктор биологических наук, профессор, президент Общероссийской общественной организации «Общество биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова» (2003).

- ✓ Область научных интересов: биохимия, иммунология, биотехнологии, генетика.
- ✓ Окончил Казанский государственный университет по специальности «Химия» (1970).
- ✓ Автор 130 публикаций, пяти авторских свидетельств.
- ✓ Главный редактор журнала «Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова».

структуры белков, а это ключевые компоненты биологических систем, которые обеспечивают все процессы в организме. Крайне актуальны работы, связанные с созданием искусственных тканей, органов, — так называемая тканевая и клеточная инженерия.

Другая не менее перспективная область исследований — биоэнергетика, а именно биотехническое направление, которым занимается наш научно-технический комплекс. Мы проводим исследования по созданию

различных видов топлива на основе возобновляемых биоресурсов, а также специальных биотопливных элементов или бионаноэнергетических устройств, которые могут быть использованы для энергетического обеспечения имплантируемых биомедицинских устройств в медицине. В 2011 г. правительством России была утверждена научно-технологическая платформа «Биоэнергетика», и не случайно ее организацией-координатором выступает НИЦ «Курчатовский институт», а председателем наблюдательного совета — М.В. Ковальчук

— Слово «биоэнергетика» благодаря разного рода экстрасенсам и желтой прессе в достаточной степени себя дискредитировало. Можете ли вы рассказать подробнее, что вы понимаете под биоэнергетикой?

— Биоэнергетикой можно назвать все энергетические процессы в живых системах. По сути дела, любой живой организм — это энергетическая машина, которая вырабатывает энергию для поддержания многочисленных жизненно важных процессов. Главная задача, которая стоит перед нами (она же — одновременно главная задача в сфере биоэнергетики), связана с изучением того, какие молекулярные механизмы обеспечивают эти биоэнергетические процессы в живых системах. А затем на основе этих принципов исследуются новые подходы для того, чтобы производить энергию для обеспечения других задач, с которыми человек встречается в своей хозяйственной, бытовой и производственной деятельности. Биотопливные элементы могут быть использованы, например, для обеспечения энергии в имплантируемых биомедицинских устройствах. Изучение молекулярных биологических, биоэнергетических процессов в живых системах позволяет создавать новые энергоносители — различные виды топлива: биодизель, биобензин, авиационный керосин на основе биоресурсов. Не вызывает сомнения тот факт, что в самой ближайшей перспективе широкое практическое применение найдет получение тепловой и электрической энергии из биомассы — дерева, торфа и других источников. Сегодня мы находимся на стадии отработки технологических режимов получения уникальных видов биотоплива и, надеюсь, в текущем году доведем их до конкретных практических результатов.

— Каков потенциал подобных технологий? Может ли случиться такое, что человечество со временем полностью перейдет с бензина на биобензин, с дизеля на биодизель и будет покрывать большую часть своих потребностей с помощью альтернативной биоэнергетики?

— Теоретически это вполне возможно. Но я бы в данном случае не использовал термин «альтернативная энергетика», здесь следует говорить скорее об энергетике дополнительной. Биотопливо имеет определенные преимущества. Помимо того что оно производится на основе возобновляемых ресурсов, оно снижает экологическую нагрузку, поскольку при его использовании происходит значительно меньший выброс токсичных загрязняющих веществ в окружающую среду. Производить биотопливо можно там, где имеется соответствующее сырье и существует в нем потребность. Это важно для сельской

местности, для удаленных территорий. Именно там нужны и возможны небольшие электростанции, которые вырабатывают энергию из биомассы, и это ни в коем случае не представляет собой альтернативу крупным гидроэлектростанциям, АЭС и ТЭЦ. Эта тенденция развития биоэнергетики на основе возобновляемых источников продолжится. В будущем на нее может приходиться примерно 20–30% общего энергетического баланса. Но на такое перераспределение уйдет никак не меньше двух-трех десятилетий.

Движение вглубь

— Сейчас российская наука живет большей частью достижениями советской эпохи. Тогда мы поднялись, получили большой задел и сейчас во многих областях его используем. Но ведь биотехнологии в Советском Союзе практически не развивались?

— Здесь я с вами не соглашусь. Советский Союз был мировым лидером по развитию биотехнологий. СССР имел мощнейшую биоиндустрию, десятки крупных научных центров, в которых проводились масштабные научные исследования. Работала поставленная на поток система подготовки кадров. К концу 1980-х гг. в биотехнологиях СССР делил первенство с США и абсолютно точно превосходил все остальные страны. Потом, в 1990-е гг., мы начали резко снижать свои темпы и, по сути дела, практически потеряли свою биотехнологическую промышленность. Во всем остальном мире наоборот произошел биотехнобум. Большое количество именно российских специалистов осело в ведущих научных центрах мира и главным образом именно благодаря им там начался прорыв в биотехнологиях. Не так давно, спустя почти 20 лет, и у нас началось возрождение в этой области. В значительной степени Россия сейчас как раз использует тот потенциал, заделы, которые были созданы в советское время. Развитие наших исследований, которые мы здесь проводим, предполагает также кооперацию и с нашими соотечественниками за рубежом. Ровно два года назад правительство утвердило комплексную программу развития биотехнологий в Российской Федерации, в ней поставлена задача: к 2020 г. выйти в число мировых лидеров по этому направлению.

— Биоэкономика — это довольно новый термин. По-настоящему, что на одной ней экономику страны не вытянешь, но какое место она должна занимать в общей экономике государства?

— Сегодня мир стоит на пороге формирования нового, шестого технологического цивилизационного уклада, который будет определять развитие человечества в ближайшие десятилетия и который стал полем для самой серьезной конкуренции между странами. Биоэкономика — это и есть экономика шестого технологического уклада. По масштабам уже сегодня в развитых странах — США, Германии, Франции, Японии — она занимает примерно 1% всего валового внутреннего продукта. В России это, наверное, пока десятые доли процента. Сейчас поставлена задача в странах Организации экономического сотрудничества и развития увеличить долю биоэкономики до 3%.

— В какой период?

— До 2030 г. Но вопрос не только в масштабе. С помощью биотехнологий буквально на наших глазах рождается принципиально новая медицина. Речь идет о биосовместимых тканях, органах, о так называемой персонализированной медицине. Должен решиться также вопрос обеспечения питания человечества: сегодня нас 7 млрд., а через 20 лет будет 9 млрд. Только благодаря биотехнологиям можно будет прокормить такое количество людей, а также решить многие экологические проблемы. В некотором смысле я мог бы сравнить перспективы и значимость развития биоэкономики сегодня с реализацией советского плана ГОЭЛРО. Значение его трудно переоценить — ведь это было не просто строительством новых электростанций, но формированием новой экономики на основе использования новейших достижений научно-технического прогресса того времени. Сегодня биоэкономика — по сути то же самое.

— Но не опасно ли такое развитие науки, когда технологии становятся все более доступными, когда сейчас уже можно без проблем купить даже секвенатор и в домашних условиях получить вирус черной оспы?

— Ну, с черной оспой не все так просто, но, безусловно, подобная опасность существует. И опять мы приходим к вопросам социальным, гуманитарным, просветительским. Сегодня в руках у человечества сосредоточена такая научная и технологическая мощь, до которой оно еще не доросло в смысле социальной ответственности. В наши дни появились реальные возможности и изменения биологической природы человека, и создания совершенно новых организмов. Эти серьезные проблемы не могут решать одни биологи. Это даже задачи не только ученых, они касаются всего общества в целом. Вопросы, связанные с развитием биотехнологий, биоэкономики, вообще современных конвергентных наук и технологий, — это вопросы развития общества в целом — его зрелости, возможностей вырабатывать и принимать решения на основе некоего консенсуса. Как пример можно привести абсолютный запрет на работы, связанные с клонированием человека. Это то, что мы никогда не должны преступать, хотя технологические возможности для этого существуют. Необходимость адекватного регулирования этих существенных для общества проблем дает толчок для развития новых дисциплин и ипостасей социогуманитарной деятельности, таких как биоэтика и биополитика.

— Это должно быть вечное табу? Или когда-то придет время, когда мы сможем переступить черту?

— Все относительно. И то, что нельзя было делать вчера, сегодня уже представляется возможным, а завтра будет просто императивно. Сейчас активно развивается такое направление, как трансгуманизм — совершенствование природы человека с помощью современных технологий, создание сверхчеловека. Появились термины «постчеловек», «постгуманитарное общество». Но это скорее относится к «высокой философии», а мы должны сосредоточиться на том, чтобы сделать жизнь человека максимально рациональной, комфортной и безопасной.

— Сейчас всем известны такие термины, как «нанотехнологии» и «биотехнологии». Как по-вашему, что важнее — «нано» или «био»? На что сейчас нужно обращать больше внимания?

— Это искусственное противопоставление, потому что, например, почти вся химия, которой мы занимаемся уже несколько столетий, работает на уровне молекул — это наноразмеры. Дальнейший прогресс в ближайшие десятилетия приведет к тому, что с уровня «нано» мы перейдем на субуровень — «фемто». Но главное в нанотехнологиях то, что на современном уровне мы можем уже направленно манипулировать атомами, создавать из них новейшие материалы с заранее заданными свойствами. С другой стороны, биология сейчас уже не та, которой она была не то что 100, а даже 50 лет назад. Она настолько тесно переплелась с физикой, химией, информатикой, что уже превращается в раздел информационных наук. Мы говорим о биологическом коде, уже можем конструировать новые биологические материи, вещества, основываясь на информации об этих веществах, на цифровой информации. Идут работы по созданию синтетической клетки,

Именно человеческое общество и агросистемы давно встроены в мир микроорганизмов, а не наоборот. Бактерии первыми появились на нашей планете и сформировали нынешнюю систему биологических циклов. Если возникнут проблемы с этими глобальными циклами, то человечество не выживет

что позволит в будущем собрать, как из кирпичиков, живой организм. Хотя вопрос, где грань между живым и неживым, тоже спорный. Смысл конвергентных технологий заключается в том, чтобы обеспечить нам возможность под разными углами зрения, применяя различные методы и технологии на стыке наук, воздействовать на одну цель — соединить «живое» и «неживое», клетку и микроэлектронику, и на этой основе уже создавать по образцу живой природы новые гибридные материалы, системы.

Мы живем в царстве микробактерий

Наш второй собеседник — заведующий лабораторией электробиосинтеза НТК «Биоэнергетика» Курчатковского НБИКС-центра кандидат биологических наук **Зоригто Баирович Намсараев**

— Зоригто Баирович, как вы считаете, какую роль занимают биотехнологии в жизни человечества?

— Исторически биотехнологии играли огромную роль. Уже с началом обработки пищи в кулинарии появились первые примитивные биотехнологии: сбраживание

молока и других продуктов, ферментация. Но сегодня эти процессы, конечно, развились гораздо дальше. Родилась фармацевтика, появились различные биопродукты, целый спектр новых методов — генетических, молекулярных, микробиологических.

— Существуют две полярные точки зрения по отношению к бактериям. Одни их боятся, а у вторых — психология Хрюши из передачи «Спокойной ночи, малыши!», которого спросили: «Почему ты не моешь руки, там же бактерии?», а он ответил: «Но я же их не вижу».

— Начну с психологии Хрюши: руки нужно мыть, а воду желательнее кипятить, потому что базовые правила санитарии и гигиены никто не отменял. Этим мы снизим вероятность заболеваний. Но если мы посмотрим в целом на роль микроорганизмов в мире, то увидим, что именно человеческое общество и агросистемы давно встроены в мир микроорганизмов, а не наоборот. Именно они — бактерии, археи — первыми появились на нашей планете, сформировали нынешнюю экосистему: глобальную биосферу и систему биологических циклов. Это цикл азота, цикл серы и др. Если возникнут проблемы с этими глобальными циклами, то человечество не выживет.

— Получается, настоящие цари природы — это бактерии, а мы лишь временно живем на их территории?

— В общем, да.

— Над какими проектами в этой области вы работаете в рамках Курчатовского института?

— Пожалуй, наиболее интересный — это электробиосинтез. Фотосинтез — традиционный процесс конверсии солнечной энергии в биомассу — обладает эффективностью на уровне 1%. Это очень мало. Если мы начинаем получать какие-то продукты из фотосинтетических организмов, то этот коэффициент уменьшается до долей процента, тогда как эффективность обычных солнечных батарей сейчас составляет около 15%. Микроорганизмы могут использовать электрический ток с эффективностью около 80%. Теперь сосчитаем: 80% от 15% — это 12% конверсии солнечного света в биомассу, т.е. уже на порядок больше, чем обычный фотосинтез. Такая технология в будущем позволит значительно интенсифицировать традиционную систему сельского хозяйства и энергетики. Например, мы сможем синтезировать продукты питания и топливо в самых удаленных местах при условии наличия там мобильных источников электроэнергии. Есть возможность перенести эти технологии в космос и без огромных теплиц вести синтез напрямую. В сравнении с фотосинтезом электробиосинтез практически не исследован, тонкие процессы съема энергии с электродов и получения их бактериями практически не изучены. Мы выходим на обширное и еще слабо исследованное поле.

— Часто говорят об альтернативных источниках энергии. Если эту технологию довести до определенной стадии совершенства, то какую долю в ближайшее десятилетие может занять биоэнергетика в энергобалансе человечества?

— На рынке моторного топлива это составит порядка 3–4%. Но гораздо большее влияние, мне думается, биотехнологии окажут на рынок биопластиков, т.е. биоразлагаемых полимеров. Сейчас рост этого рынка в мире составляет примерно 18–23% в год. Требуется огромное количество упаковки. Поэтому рынок растет, он достаточно высокомаржинальный и даже более интересен, чем биотопливо.

— **Получается хорошее коммерческое предложение.**

— Да, это многообещающие технологии. Уже довольно часто на флаконе, допустим, какого-нибудь шампуня можно прочитать: «Экоупаковка». Примерно 45% пластика в этой упаковке изготовлено из сахарного тростника. Его сначала перерабатывают в этанол (этиловый спирт), который затем превращают в этилен, который в свою очередь становится полиэтиленом. Его смешивают с обычным полиэтиленом. Транснациональные компании, которые производят различные газированные напитки, сегодня вкладывают огромные деньги в то, чтобы делать упаковки для напитков из полностью возобновляемого сырья. Это огромный бизнес.

— **Думаю, совсем не случайно вы находитесь в здании, где установлен синхротрон? Вы его как-то используете в своих исследованиях?**

— Конечно, он позволяет нам выходить на принципиально новый уровень исследований. Например, микроорганизмы способны получать энергию от окисления или от восстановления каких-то неорганических элементов. И уловить, что какое-то количество элемента восстановилось или окислилось, достаточно сложно. Но с применением новых методов — рентгеновских, синхротронного излучения — такое становится гораздо проще.

— **Все мы понимаем, что биотехнологии полезны, но насколько они, по-вашему, опасны для человека?**

— Любое средство защиты можно применять и для нападения. Ключевой момент — в чьи руки оно попадет. Очень важно, чтобы именно ресурсная, технологическая база находилась в правильных руках. Если мы посмотрим на имеющиеся биологические средства нападения, то у непрофессионала они малоэффективны: микробиологи, центры по контролю заболеваний, санэпидстанции и т.д. способны купировать такие вспышки. Но если эти технологии попадают в руки профессиональных (а это значит — государственных) структур, то тогда, конечно, может быть сделано нечто достаточно опасное.

— **Когда у нас, в России, объявили курс на развитие нанотехнологий, когда в это вложили огромные средства, мне еще тогда казалось: зачем нам делать какие-то микророботы, когда природа таковые уже давно создала и нам бы научиться их использовать? Что легче — создать что-то с нуля или приручить те же микроорганизмы и заставить их работать на себя?**

— Пока сам не соберешь, не разберешься. Естественно, мы должны пытаться создавать что-то сами для того, чтобы понять, как это работает. Если рассматривать такую задачу (т.е. для чего нужно развитие нанотехнологий) в целом, то с точки зрения человека, который занимается биоэнергетикой, мы, конечно, должны повышать эффективность использования ресурсов и энергии.



! Справка

Зоригто Баирович Намсараев

Кандидат биологических наук, заведующий лабораторией электробиосинтеза НТК биоэнергетики НБИКС-центра НИЦ «Курчатовский институт».

- ✓ Родился в Пущине Московской области. В 1998 г. окончил Бурятский государственный университет. В 2003 г. защитил кандидатскую диссертацию по специальности «Микробиология».
- ✓ Область научных интересов — микроорганизмы, способные к использованию электроэнергии, фотосинтезирующие бактерии и микроорганизмы, способные существовать в экстремальных условиях.
- ✓ Работал в США в лаборатории геобиологии Университета Южной Калифорнии по программе *NASA Planetary Biology* и в Центре белковой инженерии Льежского университета (Бельгия).
- ✓ Участвовал в экспедициях по Антарктиде, Арктике, Сибири, Центральной Азии, Северной Америке.

Сейчас мир подходит по определенным видам ресурсов к критическому состоянию, и нам нужно научиться снижать их потребление. Мы должны попытаться сделать это за счет перехода на наноуровень, за счет эффективных технологий. Это глобальная задача. ■

Беседовал Валерий Чумаков