

«Водородные» биотехнологии

В Институте биофизики СО РАН (Красноярск) разработаны уникальные технологии получения целевых продуктов с использованием водородокисляющих микроорганизмов. Технологии синтеза белка одноклеточных и разрушаемых биопластиков реализованы в условиях созданных опытных производств

Биотехнологии, основанные на использовании потенциала живых систем, способны решать ключевые проблемы жизнеобеспечения: производство пищи, минерального сырья и энергоресурсов, создание новых материалов, средств диагностики и лечения, утилизация токсических отходов и многое другое.

В связи с этим особый интерес представляют *водородные бактерии*, продуцирующие сотни разнообразных органических соединений из углекислого газа за счет энергии, получаемой в реакции окисления водорода.

Открытие *хемоавтотрофии* как нового способа жизни принадлежит нашему выдающемуся соотечественнику С.Н. Виноградскому. Практический интерес к подобным микроорганизмам впервые возник в 1970-е г.: их предлагали использовать в качестве регенеративного звена в космических замкнутых системах жизнеобеспечения. В России активные исследования

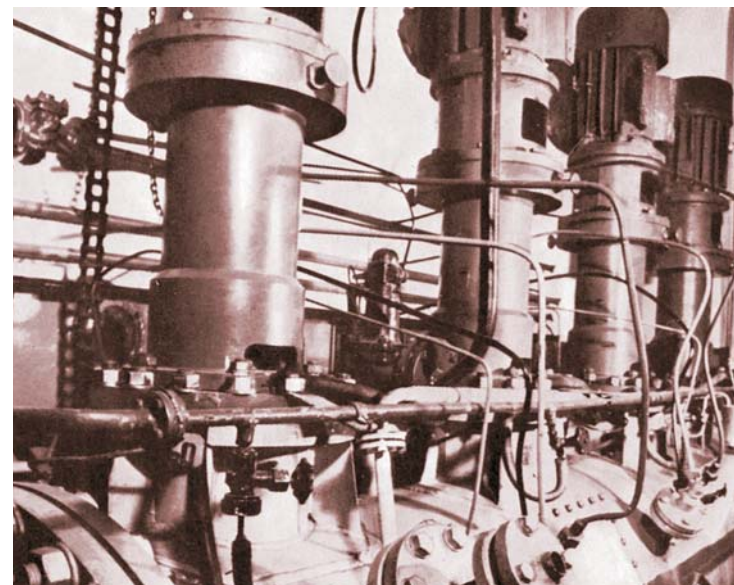
водородокисляющих бактерий начались по инициативе академика Г.А. Заварзина в Институте микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН (Москва), где были выделены, систематизированы и описаны представители этой интереснейшей микробиологической группы.

Предложение о сотрудничестве московских микробиологов и красноярских биофизиков принадлежало академику И.И. Гительзону. Откликнувшись на приглашение Гительзона, в январе 1968 г. в Красноярск с образцами бактериальных культур прилетел академик Заварзин. Так было положено начало исследованиям в области водородного биосинтеза в Институте биофизики СО РАН.

За сравнительно короткий срок удалось разработать серию лабораторных установок для массового культивирования бактерий, получить и исследовать устойчивую проточную культуру. Был накоплен обширный экспериментальный материал по кинетике и физиологии



Клетки водородных бактерий в режиме накопления биополимеров (а) и реализующие «белковую программу» (б)



Ферментер объемом 3 м³ — основной элемент опытного производства биомассы водородных бактерий

роста бактерий, изучено изменение их метаболизма под воздействием разных факторов.

На основе этих наработок в 1980-е гг. было создано опытное производство нового кормового препарата — биомассы водородных бактерий (БВБ). Серия зоотехнических, ветеринарных, медико-биологических и токсикологических экспериментов на сельскохозяйственных животных и пушных зверях показала, что продукт как источник белка обладает высокой пищевой ценностью.

После принятия решения о создании опытно-промышленного производства БВБ начались масштабные исследования, направленные на расширение сырьевой базы с целью снижения себестоимости продукта. В ходе работы проводилось изучение штаммов, обладающих устойчивостью к действию монооксида углерода (угарного газа). В результате совместно с украинским Институтом газа и Институтом химии и химической технологии СО РАН были разработаны технологии синтеза БВБ с использованием конвертированного газа и продуктов газификации низкосортных бурых углей.

Другая технология, основанная на использовании потенциала водородных бактерий, созданная в Красноярске, — синтез разрушаемых высокомолекулярных полимеров, которые в перспективе должны заменить синтетические пластики. Не так давно ряд активно разрабатываемых и уже применяемых биоразрушающихся соединений пополнился *полигидроксиалканоатами* (ПГА) — классом природных макромолекул, синтезируемых бактериями с использованием различных субстратов. ПГА являются биологическим аналогом полиолефинов — синтетических полимеров, получаемых из углеводородного сырья (самый известный представитель — полиэтилен).

Как оказалось, водородные бактерии в определенных условиях способны не только производить большие количества ПГА (до 90% от массы вещества клетки!), но и синтезировать полимеры различной химической структуры. В ИБФ СО РАН разработаны технологии синтеза последних не только на водороде, но и на сахарах, растительных гидролизатах, ацетате. Работа перешагнула масштабы лаборатории: совместно с НИИ «Биохиммаш» (Москва) было создано опытное производство биотехнологического продукта под торговой маркой «БИОПЛАСТОТАН».

Но получение нового материала — лишь часть задачи. Следующим важным этапом стала переработка полимеров в специализированные изделия в виде мононитей, гибких пленок, микрочастиц, объемных конструкций с помощью различных технологических приемов. Оказалось, что изделия из ПГА эффективны в качестве

Ключевые слова: БИОПЛАСТОТАН, полигидроксиалканоаты (ПГА)
Key words: BIOPLASTOTAN, polyhydroxyalkanoates (PHAs)



В автоматизированном ферментационном комплексе в выращиваются бактерии в режиме синтеза ПГА нового типа — резиноподобного сополимера

эндопротезов, шовного материала, остеозамещающих имплантатов, матрикса для адресной доставки лекарственных препаратов в организме. В настоящее время серия экспериментальных образцов медико-биологического назначения марки «БИОПЛАСТОТАН» уже проходит клинические испытания.

Однако применение биоразрушаемых бактериальных полимеров не исчерпывается областью медицины. Помимо прочего, «Биопластотан» можно использовать в качестве матрикса для депонирования и адресной доставки удобрений и ядохимикатов, что позволит сократить масштабы применения этих экологически небезопасных веществ и воспрепятствует их накоплению в биосфере.

Команда ученых-разработчиков сегодня занята еще одной важной задачей — исследованием закономерностей разрушения полимерных изделий из ПГА в природных условиях. Уже изучена скорость деградации продуктов из «Биопластотана» в почвах, пресных и соленых водоемах, а также в тропических условиях. По понятным причинам упаковка из биоразрушаемого пластика — пока непозволительная роскошь. Однако техногенная деятельность человека сегодня ставит под угрозу само его существование на планете как вида. Поэтому переход на новые, экологически безопасные технологии — залог гармонизации взаимоотношений между обществом и природой.

Волова Т.Г., Севастьянов В.И., Шишацкая Е.И. *Полиоксидоалканоаты — биоразрушаемые полимеры для медицины*. Новосибирск: Наука, 2003; Красноярск: Платина, 2006.

Т.Г. Волова. *Перспективный пластик для медицины*. // НАУКА из первых рук. № 2(26). С. 18—19.

Д.б.н. Т.Г. Волова
(Институт биофизики СО РАН, Красноярск)