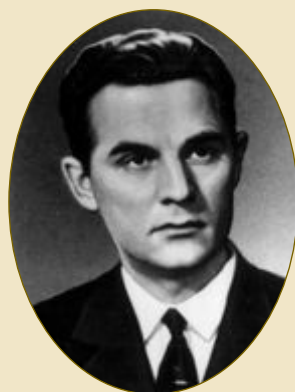


· БЕЛОЗЕРСКИЙ · ТОДД · СЕНГЕР · ОЧОА ·

· КОЛЬЦОВ · ШРЕДИНГЕР · ЭЙВЕРИ · ЧАРГАФФ · УОТСОН · КРИК ·

ВЕСТНИК
биотехнологии
и физико-химической
биологии
имени Ю.А. Овчинникова



Т. 4, № 2
2008

· КОРНБЕРГ · НИРЕНБЕРГ · КОРАНА · ТЕМИН · БАЛТИМОР · БАЕВ ·

· СМИТ · ГИЛБЕРТ · БЕРГ · ЭНГЕЛЬГАРДТ ·

2008, Т. 4, № 2

**ВЕСТНИК БИОТЕХНОЛОГИИ
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ
ИМЕНИ Ю.А. ОВЧИННИКОВА**

Научно-практический журнал

Основан в 2005 году

Главный редактор

Р.Г. Васильов

Редакционная коллегия

Е.Г. Борисенко, В.С. Воробьев, С.И. Матаев, О.Я. Мезенова

Редакционный совет

В.А. Быков (Москва), В.А. Вахитов (Уфа), М.С. Вонский (Санкт-Петербург),
В.Г. Дебабов (Москва), С.Х. Дегтярев (Новосибирск), В.В. Зверев (Москва),
В.Т. Иванов (Москва), Л.В. Калакуцкий (Пуццино), М.П. Кирпичников (Москва),
О.И. Киселев (Санкт-Петербург), А.И. Мирошников (Москва),
Т.В. Овчинникова (Москва), О.Н. Озолинь (Пуццино), Е.Н. Орешкин (Москва),
А.Н. Панин (Москва), Е.В. Пименов (Киров), В.О. Попов (Москва),
К.Г. Скрыбин (Москва), Г. Хаммерлинг (Германия), Р.М. Хаитов (Москва),
В.И. Швец (Москва), Н.К. Янковский (Москва)

Журнал зарегистрирован в Росохранкультуре
Рег. ПИ № ФС77-19745 от 11 апреля 2005 г.

Зав. редакцией О.В. Воробьева
Адрес: 119071 Москва, Ленинский пр-т, 33
Тел.: +7 (495) 648-09-13, 662-95-91
E-mail: obr@biorosinfo.ru, ptashka095@rambler.ru

Учредитель и издатель:
АНО «Информационно-аналитический центр
медико-социальных проблем»
Адрес: 127581 Москва, Керамический проезд, 53, кор. 1
Тел.: +7 (495) 648-09-13
E-mail: raifvasilov@biorosinfo.ru

*Издается при поддержке
Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова*

ISSN 1996-4741

© Информационно-аналитический центр
медико-социальных проблем, 2008.

СОДЕРЖАНИЕ

Колонка главного редактора

К читателям. *Р.Г. Василев* 4

Оригинальные статьи

Оценка эффективности литического действия пептидогликангидролаз на основе дыхательной активности клеток тест-культуры.
Н.В. Зырина, П.В. Ильясев, Т.Н. Кувичкина, О.А. Степная, А.Н. Решетилев..... 5

Матрицы из хитиновых волокон и трансплантаты клеток кожи для регенерации кожных покровов.
Г.М. Михайлов..... 12

Обзоры

Роль биотехнологии в социально-экономическом развитии России. *Р.Г. Василев* 19

Биоэкономика, основанная на знаниях — от концепции к практике: опыт Германии и Европы.
К. Патерманн 23

Роль биотехнологии в экономическом росте Китая — влияние промышленной биотехнологии.
Ин Ли 30

Государственная политика и приоритеты развития биотехнологии в Индии.
Субрамани Рамачандраппа..... 37

Новая Европейская федерация биотехнологии на службе биотехнологов Европы.
Брайан Ф.С. Кларк 43

Глобальный взгляд на снабжение биомассой: потенциал, рынки и гарантии устойчивости.
Андрэ Фаай 46

Финский экогород — перспективная модель для России.
Паси Макконен 51

Степень устойчивого производства биохимикатов и материалов на основе биомассы.
Гвидо Райнхардт 54

Анаэробное сбраживание и производство биогаза из биологических отходов и энергетических сельскохозяйственных культур в Германии.
Майкл Коттнер 58

Увеличение биофармацевтических препаратов в Евразии.
Питер Эренхейм 62

Седьмая рамочная программа (FP7) Евросоюза и биоэкономика, основанная на знаниях.
Альфредо Агилар 64

Страницы истории

К 80-летию Джеймса Уотсона — первооткрывателя двойной спирали ДНК. *В.С. Воробьев*..... 67

Юбилейные и знаменательные даты 2008 года 75

Хроника

События первой половины 2008 года 77

Информация

Предстоящие мероприятия 2008 года..... 78

Правила для авторов 79

CONTENTS

Column of the editor-in-chief

To readers. *R.G. Vasilov*4

Original articles

Analysis of peptidoglycan hydrolase activity based on respiratory activity of test-culture.
N.V. Zyrina, P.V. Iliasov, T.N. Kuvichkina, O.A. Stepnaja, A.N. Reshetilov.....5

Chitinous matrix of fibers and transplants skin cells to regenerate skin.
G.M. Mikhailov 12

Reviews

The role of biotechnology in the socio-economic development of Russia.
R.G. Vasilov 19

The knowledge-based Bio-Economy – from concept to practice: experiences in Germany and Europe.
Christian Patermann23

Role of biotechnology in the economy growth of China – focus on industrial biotechnology.
Yin Li.....30

State policy and priorities of biotechnology development in India.
Subramani Ramachandrapa37

The new European federation of biotechnology serving biotechnologists throughout Europe.
Brian F.C. Clark43

Global outlook on biomass supplies: potentials, markets and securing sustainability.
André Faaij46

Finnish EcoCity as a model for Russia.
Pasi Makkonen 51

How sustainable are biochemicals and biobased materials?
Guido Reinhardt54

Anaerobic digestion and biogas production from biowaste and energy crops in Germany.
Michael Koettner.....58

Catalysing Bio-pharma growth in Eurasia.
Peter Ehrenheim.....62

The 7th EU framework programme and the knowledge-based Bio-Economy.
Alfredo Aguilar64

Pages of history

To 80th anniversary from birthday of James Watson, a discoverer of DNA double helix.
V.S. Vorobyev67

Anniversary and significant dates 2008.....75

The chronicle

Events of the first half-year 2008.....77

The information

Forthcoming actions 2008.....78

Rules for authors79

К читателям

В настоящем номере журнала приводятся наиболее значимые доклады обзорного характера участников Международного конгресса «ЕвразияБио-2008», который состоялся в Москве 24–25 апреля 2008 г. Эти публикации создают объективную картину развития биотехнологии в разных странах, с акцентом на евразийское пространство, поскольку в Конгрессе приняли участие многие авторитетные зарубежные специалисты в данной области (Патерманн К., Агилар А., Кларк Б.Ф.С., Эренхейм П., Ли И., Рамачандраппа С., Макконен П. и др.). Хорошо были представлены и отечественные биотехнологи (Мирошников А.И., Красильников И.В., Калюжный С.В. и др.).

Дана информация о Конгрессе в целом, его результатах и перспективах.

Помещаются две оригинальные статьи, одна из которых имеет фундаментальный (авторы из Пуццино – Н.В. Зырина, А.Н. Решетилов и др.), другая – прикладной аспект (автор из Санкт-Петербурга Г.М. Михайлов, занимающийся проблемой создания рассасывающихся искусственных волокон из хитина при лечении ран).

В исторической рубрике приводятся биографические материалы о Джеймсе Уотсоне в связи с юбилейной датой – 80-летием со дня его рождения. Проанализирована его роль в становлении современной молекулярной биологии.

Приводятся также исторические сведения в связи с 80-летием со дня выхода статьи Фредерика Гриффита о генетической трансформации бактерий.

**Главный редактор,
президент Общества биотехнологов России,
профессор Р.Г. ВАСИЛОВ**

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПЕПТИДОГЛИКАНГИДРОЛАЗ НА ОСНОВЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КЛЕТОК ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ

Н.В. ЗЫРИНА^{1*}, П.В. ИЛЬЯСОВ², Т.Н. КУВИЧКИНА²,
О.А. СТЕПНАЯ², А.Н. РЕШЕТИЛОВ²

¹ Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,

² Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН,
Пушино Московской области

Предложен метод оценки эффективности бактериолитического действия пептидогликангидролаз на примере препарата лизоамидазы из *Lysozobacter sp.* XL1, основанный на регистрации дыхательной активности клеток тест-культуры до и после воздействия бактериолитического агента. Введение лизоамидазы на фоне интенсивного стимулированного потребления кислорода приводило к ингибированию этого процесса. Степень ингибирования возрастала при увеличении концентрации комплекса или его активности. В качестве тестовой культуры использовали штамм *Micrococcus luteus* ВКМ В-1314; эффект проверен также на ряде грамположительных культур. Наблюдаемое торможение дыхания клеток предположительно представляет собой раннее проявление литического действия комплекса и связано с разрушением клеточной стенки.

Ключевые слова: бактериолитические ферментные препараты, лизоамидаза, дыхательная активность клеток, био-сенсор.

Введение

Ферменты, обладающие бактериолитической активностью, вызывают интерес как с точки зрения физиологии и экологии микроорганизмов, так и с точки зрения медицины [1–3]. Показано, что явление бактериолизиса играет значительную роль в патофизиологии воспалительных, инфекционных и постинфекционных процессов [4]. Использование препаратов бактериолитических ферментов в качестве лекарственного средства актуально для лечения ряда заболеваний, вызванных патогенной микрофлорой, в особенности микроорганизмами, характеризующимися множественной устойчивостью к антибиотикам. Одним из таких препаратов, успешно прошедших клинические испытания, является ферментный комплекс лизоамидаза, который обладает бактериолитическим, некролитическим и иммуностимулирующим действием [5]. В состав лизоамидазы

входит высокомолекулярный кислый полисахарид [6] и около 20 белков с различной ферментативной активностью, среди них бактериолитические ферменты (пептидогликангидролазы): мурамидаза, 2 эндопептидазы и N-ацетилмурамоил-L-аланинамидаза. Стабилизация ферментов в составе комплекса достигается за счет их электростатического связывания с отрицательно заряженным полисахаридом [7, 8].

Важным моментом при исследовании препаратов литических ферментов является оценка их активности. Существуют три основные группы методов, позволяющих выполнять оценку параметров бактериолизиса. Первая основана на культивировании микроорганизмов-продуцентов литических ферментов на агаризованных средах, содержащих субстраты этих ферментов [9]. Вторая группа методов основана на микроскопических наблюдениях лизиса клеток с использованием электронной и световой микроскопии [10]. Третья группа основана на применении фотометрических методик, в частности, измерения оптической плотности суспензии клеток [11, 12]. Кроме того, в ряде случаев применяется колориметрическое определение ферментов или субстратов, высвобожденных из лизированных клеток [13]; предлагаются методы измерения биолуминесценции, флуо-

* Автор для переписки:

© 2008 г. Зырина Надежда Витальевна
младший научный сотрудник Института теоретической
и экспериментальной биофизики РАН
142290 Пушкино, Московская область
E-mail: libava2000@mail.ru

ресценции, а также регистрации оптической плотности в режиме «real-time» [14].

Описанные методы в большинстве случаев позволяют успешно производить оценку эффективности бактериолитического действия ферментов. Вместе с тем к их недостаткам относятся трудоемкость и необходимость использования сложного дорогостоящего оборудования. Таким образом, разработка быстрых, простых и недорогих методик определения литических ферментов актуальна для нужд биохимии и медицины. В этой связи перспективным является использование новых приемов, которые отвечали бы всем требуемым характеристикам. В частности, представляется возможным применение подхода, аналогичного используемому в работах по созданию биосенсоров общей токсичности [15–17], когда действие токсических агентов отслеживается по снижению интенсивности процессов, отражающих жизнедеятельность микробных клеток (дыхание, интенсивность биолюминесценции и т.п.).

Целью настоящей работы была разработка подхода к определению эффективности действия бактериолитических ферментов, основанного на сравнении интенсивности микробиологического окисления легко утилизируемых субстратов (углеводы, органические кислоты и т.д.) в отсутствие и в присутствии лизоамидазы.

Материалы и методы

Реактивы. Препарат ферментного комплекса лизоамидаза был выделен из культуральной жидкости *Lysozobacter sp.* XL1 в лаборатории регуляции биохимических процессов Института биохимии и физиологии микроорганизмов (ИБФМ) РАН [5]. Для приготовления буферных растворов использовали соли $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ производства «Реахим» (Россия); субстраты — глюкоза, этанол, метанол, пируват натрия, сорбит, уксусная кислота получены от фирмы «Sigma».

Микроорганизмы и условия культивирования. В работе использовали следующие микроорганизмы: *Micrococcus luteus* ВКМ В-1314, *Bacillus subtilis* ВКМ В-434; *Mycobacterium* 21, а также 5 штаммов почвенных изолятов *Rhodococcus sp.* (ИБФМ РАН).

Культуры поддерживали на питательной агаризованной среде (г/л): аминокептид из гидролизата крови животных — 60,0, триптон — 50,0, экстракт кормовых дрожжей — 10,0, экстракт сои — 30,0, агар — 1,5%. Биомассу выращивали в жидкой среде того же состава в пробирках, содержащих 10 мл среды при перемешивании

на качалке (200 об/мин.). При этом *M. luteus* культивировали в течение 10 часов при 37 °С, *Mycobacterium* 21—12 часов при 29 °С, *B. subtilis* — 18 часов при 37 °С, штаммы *Rhodococcus sp.* № 1, 2, 3, 4, 5 — 20 часов при 29 °С. В фазе замедления роста клетки отделяли центрифугированием при 5000 g в течение 15 мин., двукратно промывали 30 мМ натрий-фосфатным буфером (рН 7,8). Для биосенсорного измерения готовили суспензию клеток, оптическая плотность которой (D_{550}) при разведении в 20 раз составляла 1 единицу.

Биосенсорное определение эффективности бактериолитического действия лизоамидазы. В работе использовали кюветную часть биосенсора с амперометрической системой определения концентрации растворенного кислорода «Beckman» (США) в качестве измерителя. В кювету, автоматически заполняемую 10 мМ натрий-фосфатным буфером рН 7,8 до объема 1 мл, вносили 100 мкл суспензии клеток. После стабилизации уровня эндогенного дыхания добавляли 150 мкл 1 М раствора глюкозы. Кинетику потребления глюкозы регистрировали в течение 2 мин., затем вносили 150 мкл раствора лизоамидазы в 10 мМ натрий-фосфатном буфере, рН 7,8, после чего повторно регистрировали кинетику воздействия ферментного препарата в течение 2 мин. Измерения в кювете проводили при 37 °С в условиях насыщения кислородом при постоянном перемешивании. Измеряемым параметром являлась максимальная скорость изменения сигнала электрода (нА/с). Эффективность действия лизоамидазы характеризовали по ингибированию дыхательной активности (ИДА) тестовой культуры, выраженному как модуль отношения максимальной скорости изменения сигнала электрода после добавления лизоамидазы к максимальной скорости изменения сигнала электрода после добавления субстрата (глюкозы).

Результаты и их обсуждение

Определение эффективности бактериолитического действия лизоамидазы по измерению кинетики дыхательной активности тестовой культуры *Micrococcus luteus* В-1314. Ранее авторами была разработана фотометрическая методика изучения воздействия лизоамидазы на тестовую культуру *M. luteus*, а также показано действие препарата лизоамидазы на ряд грамположительных культур. Было решено использовать этот препарат в качестве бактериолитического агента при разработке метода определения эффективности бактериолитического действия пептидогликангидролаз

на основе биосенсорного анализа. В качестве тестовой культуры использовали *M. luteus*.

На первом этапе были проведены эксперименты, с помощью которых планировалось выяснить возможность применения биосенсорного подхода для оценки эффективности бактериолитического действия лизоамидазы. Типичный вид сигнала кислородного электрода (рис. 1А) демонстрировал падение сигнала кислородного электрода при утилизации субстрата (глюкозы) тестовой культурой, сменявшееся ростом показаний электрода при введении в кювету раствора лизоамидазы; время, необходимое для стабилизации уровня эндогенного дыхания суспензии тестовой культуры, составляло 5–10 минут. При увеличении концентрации лизоамидазы на фоне постоянного количества субстрата в кювете скорость увеличения показаний электрода также возрастала (рис. 1Б). Характерно, что добавление даже минимальных количеств лизоамидазы всегда приводило к увеличению уровня растворенного кислорода и росту показаний электрода.

Усиление дыхательной активности в ответ на введение окисляемого клетками субстрата является индикатором биохимической активности и жизнеспособности клеток; в то же время рост показаний электрода после ввода лизоамидазы в кювету должен рассматриваться как следствие уменьшения количества жизнеспособных клеток в результате действия ферментного препарата.

Таким образом, была показана принципиальная возможность использования биосенсорного подхода для определения эффективности бактериолитического действия лизоамидазы.

Субстратная специфичность тестовой культуры. С целью подбора оптимального субстрата клеток была исследована субстратная специфичность тестовой культуры.

Было отобрано 6 наиболее распространенных субстратов, относящихся к различным классам органических соединений. На рисунке 2А показана субстратная специфичность *M. luteus* при концентрациях субстратов, дающих максимальный ответ биосенсора (0,12 М). Наибольшая дыхательная активность культуры была отмечена при потреблении глюкозы и пирувата натрия; при окислении метанола и сорбита сигнал сенсора составлял величину ~20–25% от сигнала на глюкозу и пируват, а при введении уксусной кислоты наблюдалось ингибирование дыхательной активности тестовой культуры.

В проводимых экспериментах в качестве регистрируемого параметра использовался ответ системы после ввода лизоамидазы, развивающийся на фоне

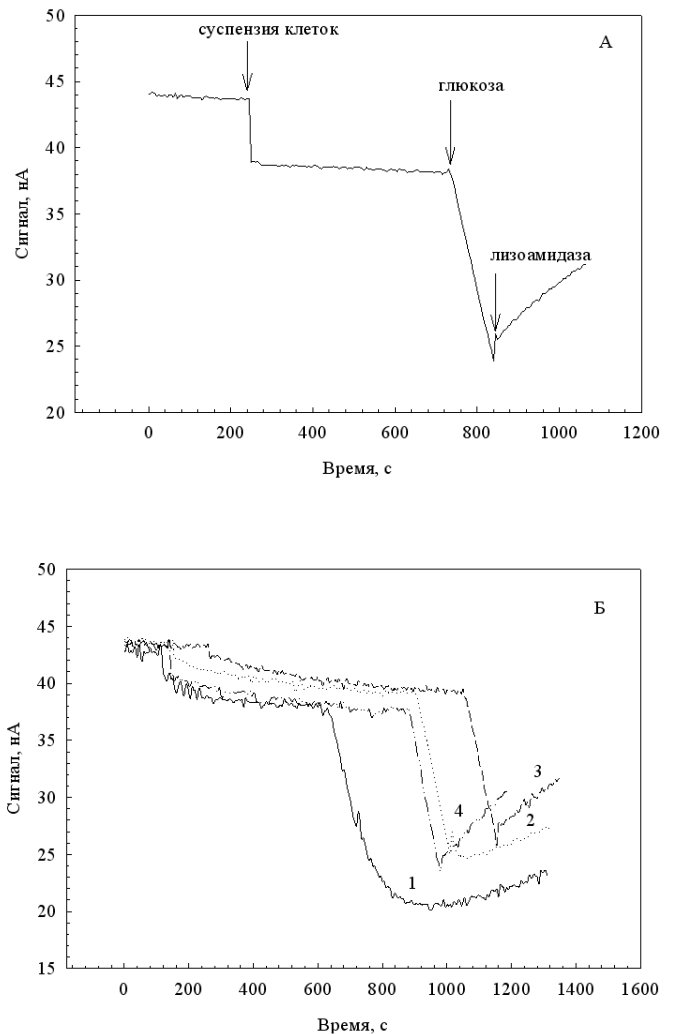


Рис. 1. Кинетика дыхательной активности тестовой культуры *M. luteus*. А) Типичный вид регистрируемого сигнала. Б) Зависимость скорости изменения сигнала от концентрации лизоамидазы: 1 – 0,005 мг/мл, 2 – 0,01 мг/мл, 3 – 0,04 мг/мл, 4 – 0,07 мг/мл

ответа на субстрат (см. рис. 1). В связи с этим дополнительно был получен график, представляющий собой видоизмененную диаграмму специфичности, на котором показаны отношения скоростей изменения сигнала электрода после добавления 0,02 мг/мл лизоамидазы к скорости изменения сигнала электрода при добавлении соответствующего субстрата (рис. 2Б). Хотя максимальная величина ИДА отмечалась для сорбита, предпочтение было отдано глюкозе и пирувату как лучшим индикаторам активности и жизнеспособности клеток (см. рис. 2А). Для этих двух субстратов максимальное значение ИДА отмечали при использовании глюкозы. Этот факт послужил основанием для выбора глюкозы в качестве оптимального тестового субстрата для данной культуры.

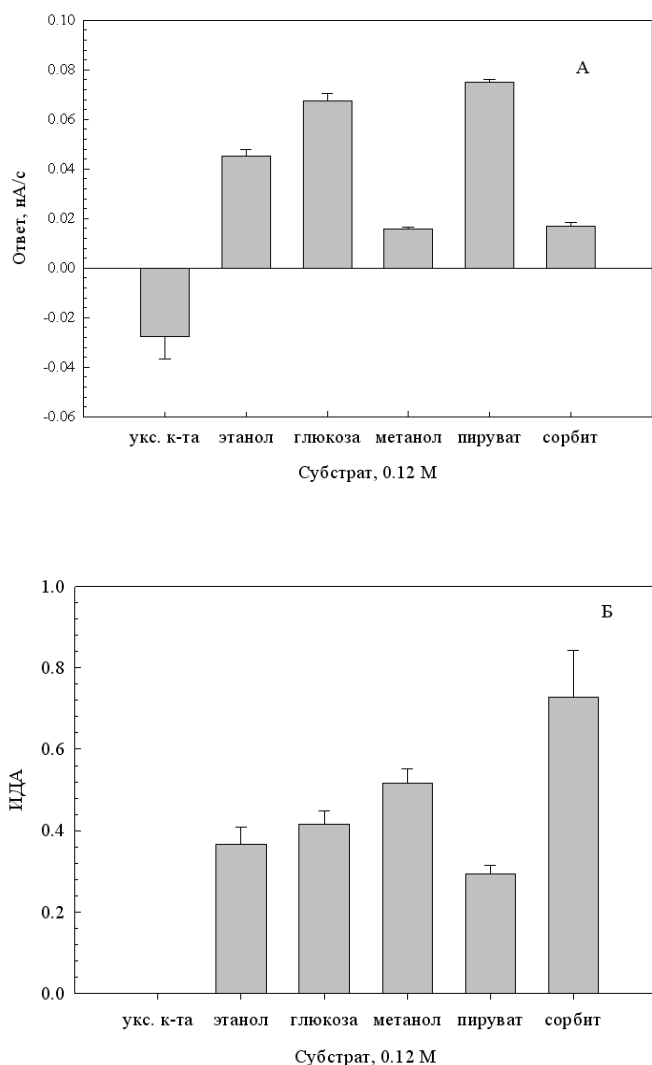


Рис. 2. Субстратная специфичность культуры *M. luteus*. А) Максимальный ответ на различные субстраты. Б) Показатель эффективности бактериолитического действия (ингибирования дыхательной активности — ИДА) для различных субстратов

сuspензии клеток более 200 мкл в кювету объемом 1 мл приводило к интенсивному фоновому дыханию, что выражалось в резком снижении концентрации растворенного кислорода (до 10% от насыщения) и делало измерения практически невозможными.

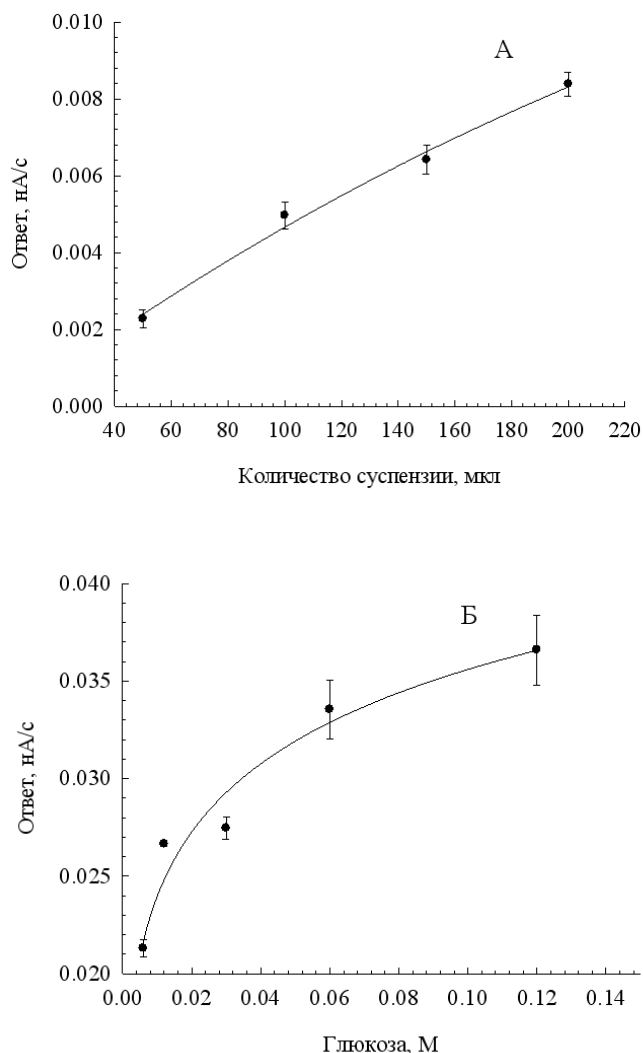


Рис. 3. Зависимости сигналов от количества вносимой сuspензии клеток *M. luteus* и концентрации субстрата. А) Зависимость скорости сигнала кислородного электрода от количества вносимой сuspензии. Б) Зависимость скорости сигнала кислородного электрода от концентрации глюкозы

Определение оптимального объема сuspензии тестовой культуры *M. luteus* и концентрации вносимого субстрата. Для оптимизации определения эффективности бактериолитического действия лизоамидазы авторами была проведена оценка зависимости ответа сенсора от концентрации субстрата в кювете и от объема вносимой в кювету сuspензии клеток тестовой культуры.

График зависимости сигнала электрода от объема вносимой сuspензии клеток носил монотонно возрастающий характер (рис. 3А). Однако, несмотря на возрастание сигнала электрода, при увеличении объема вносимой сuspензии клеток до 200 мкл также возрастало время стабилизации фонового эндогенного дыхания, увеличивавшее общее время измерения. Внесение объема

Таким образом, было продемонстрировано, что оптимальное количество вносимой сuspензии клеток тестовой культуры составило 100 мкл/мл раствора, что обеспечивало достаточно высокий уровень сигнала электрода и приемлемый уровень эндогенного дыхания клеток (концентрация растворенного кислорода составляла не ниже 60% от насыщения).

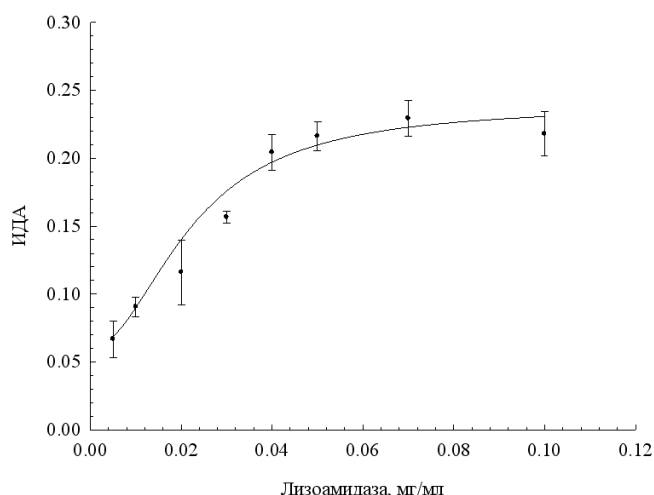


Рис. 4. Зависимость показателя эффективности бактериолитического действия (ИДА) от концентрации лизоамидазы для тестовой культуры *M. luteus*

При построении зависимости скорости ответа сенсора от концентрации глюкозы в кювете электрода было показано, что линейный участок графика находится в области концентраций глюкозы ниже 0,02 М, а область насыщения — в диапазоне концентраций субстрата выше 0,12 М (рис. 3Б). Вместе с тем с точки зрения оценки эффективности предлагаемого подхода наиболее предпочтительным является использование высоких концентраций субстрата, поскольку при этих условиях возрастает достоверность оценки первоначальной жизнедеятельности клеток вследствие высоких значений сигнала сенсора. Исходя из этого, в качестве рабочей концентрации глюкозы была выбрана концентрация 0,12 М.

Зависимость показателя эффективности лизиса (показателя ИДА) от концентрации лизоамидазы. Следующим этапом работы являлось изучение зависимости показателя ИДА от концентрации лизоамидазы. График полученной зависимости представлен на рисунке 4. Нижний предел детекции лизоамидазы составил 0,005 мг/мл, линейный участок зависимости ИДА от концентрации ферментного комплекса находился в пределах 0,008–0,030 мг/мл. Увеличение концентрации лизоамидазы (от 0,05 до 0,10 мг/мл) не привело к возрастанию регистрируемого параметра, то есть количество лизоамидазы перестало быть скоростьюлимитирующим фактором для данного процесса.

Описанные результаты позволяют сделать вывод, что реакторный биосенсор на основе кислородного электрода дает возможность успешно выполнять детекцию очень небольших количеств лизоамидазы, а

также позволяет определить время и степень потери жизнеспособности клеток вследствие действия литических ферментов в широком диапазоне концентраций ферментного препарата.

Ранее была показана способность лизоамидазы гидролизовать клетки тестовых культур грамположительных бактерий с различными типами тейхоевых, а также тейхуроновыми кислотами, и клетки грамотрицательных бактерий, в состав которых тейхоевые кислоты не входят [3]. Однако до настоящего времени не выполнялось тестирование способности лизоамидазы разрушать клетки грамположительных бактерий *Mycobacterium* и *Rhodococcus*. Эти бактерии содержат в составе липидов клеточной стенки характерные только для этих микроорганизмов миколовые кислоты, представляющие собой высокомолекулярные β -гидроксикислоты с длинной алифатической цепью в α -положении, которые делают поверхность клеточной стенки этих бактерий гидрофобной [18]. При этом алифатические цепи миколовых кислот микобактерий имеют большую длину, чем у родококков; кроме того, микобактерии характеризуются присутствием восков в клеточных стенках. Отмечается устойчивость микобактерий к лизоциму и пенициллину [18, 19]. Представители этих родов включают в себя ряд видов, патогенных для человека и животных (*Mycobacterium tuberculosis*, *Rhodococcus equi*).

Действие лизоамидазы на другие грамположительные культуры. Определение эффективности бактериолитического действия лизоамидазы с использованием *Mycobacterium 21* в качестве тестовой культуры. При использовании в качестве тест-культуры клеток *Mycobacterium 21* оценка параметров реакторного биосенсора показала их значительное сходство с аналогичными параметрами, полученными при использовании тест-культуры *M. luteus*. Изучена субстратная специфичность культуры (показано, что наиболее предпочтительными для использования субстратами являются пируват натрия и глюкоза); выявлены оптимальные значения объема вносимой суспензии клеток (100 мкл) и концентрации субстрата (0,12 М).

Продемонстрирован эффект ИДА при вводе раствора лизоамидазы в кювету, содержащую суспензию клеток *Mycobacterium*, что может свидетельствовать о способности лизоамидазы разрушать эти бактерии. Исследована зависимость показателя ИДА в концентрационном диапазоне 0,027–0,214 мг/мл лизоамидазы. Меньшую по сравнению с *M. luteus* чувствительность *Mycobacterium* к лизоамидазе можно объяснить описанными выше особенностями химического состава кле-

точной стенки микобактерий, очевидно, затрудняющими контакт литических ферментов комплекса с их субстратом — пептидогликаном.

Действие лизоамидазы на *Rhodococcus* sp. и *B. subtilis*. Эксперименты с использованием биосенсорного анализа со стандартными рабочими параметрами (100 мкл суспензии клеток, 0,12 М глюкоза, 0,02 мг/мл лизоамидазы), проведенные на ряде культур рода *Rhodococcus*, показали выраженное литическое действие ферментного комплекса на все исследованные культуры (рис. 5).

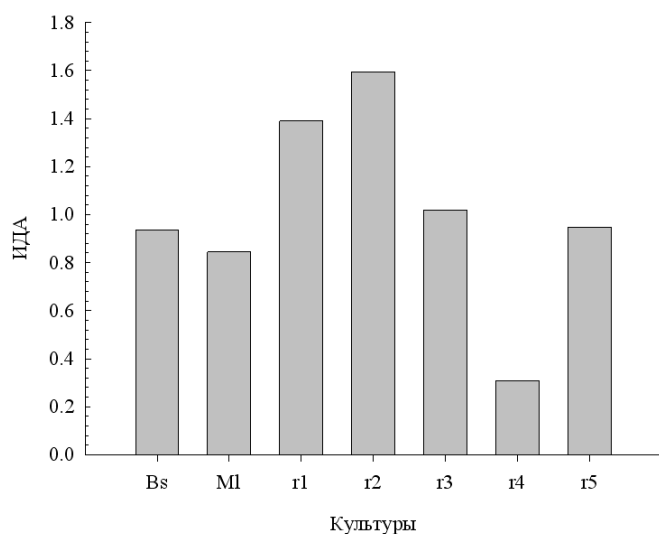


Рис. 5. Действие лизоамидазы на различные грамположительные культуры:

Bs — *B. subtilis*;

Ml — *M. luteus*;

r1 — *Rhodococcus* sp. № 1;

r2 — *Rhodococcus* sp. № 2;

r3 — *Rhodococcus* sp. № 3;

r4 — *Rhodococcus* sp. № 4;

r5 — *Rhodococcus* sp. № 5

Скорость лизиса клеточной стенки культур *Rhodococcus* sp. № 1 и *Rhodococcus* sp. № 2 в некоторых случаях даже превышала значение аналогичного параметра для *M. luteus*. Это свидетельствует о доступности клеточной стенки родококков для пептидогликангидролаз лизоамидазы.

При использовании клеток *B. subtilis* в качестве контрольной культуры была показана большая эффективность гидролиза клеточной стенки этого микроорганизма по сравнению с *M. luteus*. Это может быть обусловлено наличием в стенках *B. subtilis* рибиттейхоевых кислот, которые облегчают связывание ферментов лизоамидазы с

компонентами клеточной стенки, и хорошо согласуется с представлениями о механизме действия данного ферментного комплекса [3].

Заключение

Таким образом, в настоящей работе авторами предложен метод определения эффективности бактериолитического действия ферментных препаратов на основе биосенсорного анализа с применением кислородного электрода.

При использовании тестовой культуры *M. luteus* предлагаемый метод позволил детектировать активность лизоамидазы в присутствии сотых долей миллиграмма препарата. Показана возможность использования этого метода для выявления эффективности бактериолитического действия пептидогликангидролаз лизоамидазы на клетках ранее неисследованных в этом отношении грамположительных бактерий.

Метод изучения эффективности бактериолитического действия лизоамидазы на основе оценки дыхательной активности является перспективным для изучения действия других литических ферментов.

Авторы благодарны к.б.н. В.М. Ананьину за обсуждение полученных результатов.

Литература

1. Yoong P., Schuch R., Nelson D., Fischetti V.A. // J. Bacteriol. — 2006. — Vol. 188(7). — P. 2711–2714.
2. Heilmann C., Hartleib J., Hussain M.S., Peters G. // Infect. Immun. — 2005. — Vol. 73(8). — P. 4793–4802.
3. Степная О.А., Ледова Л.А., Кулаев И.С. // Успехи биологической химии. — 1999. — Т. 39. — С. 327–354.
4. Ginsburg I. // APMIS. — 2002. — Vol. 110(11). — P. 753–770.
5. Патент РФ. 2002. № 2193063.
6. Likhoshesterov L.M., Senchenkova S.N., Knirel Y.A., Shashkov A.S., Shibaev V.N., Stepnaya O.A., Kulaev I.S. // FEBS Lett. — 1995. — Vol. 368(1). — P. 113–116.
7. Степная О.А., Цфасман И.М., Логвина И.А., Рязанова Л.П., Муранова Т.А., Кулаев И.С. // Биохимия. — 2005. — Т. 70. — N 9. — С. 1250–1257.
8. Степная О.А., Рязанова Л.П., Крупянко В.И., Кулаев И.С. // Биохимия. — 2001. — Т. 66. — N 6. — С. 816–821.
9. Mardones G., Venegas A. // Journal of Microbiological Methods. — 2000. — Vol. 40(3). — P. 199–206.
10. Nakanishi N., Shibata K., Matsushita T., Tani K., Yamaguchi T. // Jpn. J. Antibiot. — 1988. — Vol. 41(4). — P. 427–436.

11. Marova I., Kovar J. // Folia Microbiol. (Praha). – 1993. – Vol. 38 (2). – P. 153–158.
12. Bratlid D. // Acta Pathol. Microbiol. Scand. – 1977. – Vol. 85 (1). – P. 17–20.
13. Lincoln S.P., Fermor T.R., Wood D.A. // Lett. Appl. Microbiol. – 1997. – Vol. 25 (1). – P. 24–29.
14. Lehtinen J., Jaervinen S., Virta M., Lilius E-M. // Journal of Microbiological Methods. – 2006. – Vol. 66(3). – P. 381–389.
15. Bentley A., Atkinson A., Jezek J., et al. Whole cell biosensors – electrochemical and optical approaches to ecotoxicity testing // Toxicol. In Vitro. – 2001. – Vol. 15 (4–5). – P. 469–475.
16. Cai J., DuBow M.S. Use of a luminescent bacterial biosensor for biomonitoring and characterization of arsenic toxicity of chromated copper arsenate (CCA) // Biodegradation. – 1997. – Vol. 8(2). – P. 105–111.
17. Campanella L., Cubadda F., Sammartino M.P., et al. An algal biosensor for the monitoring of water toxicity in estuarine environments // Water Res. – 2001. – Vol. 35 (1). – P. 69–76.
18. Шлегель Г. Общая микробиология. Пер. с нем. – М.: Мир, 1987. – 567 с.
19. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Т. 2. Пер с англ. / Под ред. Дж. Хоулга, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 368 с.

ANALYSIS OF PEPTIDOGLYCAN HYDROLASE ACTIVITY BASED ON RESPIRATORY ACTIVITY OF TEST-CULTURE

N.V. ZYRINA¹, P.V. ILIASOV², T.N. KUVICHKINA²,
O.A. STEPNAJA², A.N. RESHETILOV²

¹*Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS,*

²*Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms RAS,
Pushchino, Moscow region*

An approach to evaluate the bacteriolytic activity of peptidoglycan hydrolase activity using as the example of lysoamidase preparation from *Lyzobacter sp.* XL1 has been suggested. The approach was based on the registration of respiratory activity of the test culture before and after bacteriolytic agent exposure. The approach efficiency has been confirmed using a number of various test cultures.

Keywords: bacteriolytic enzyme preparations, lysoamidase, respiratory activity of cells, biosensor.

МАТРИЦЫ ИЗ ХИТИНОВЫХ ВОЛОКОН И ТРАНСПЛАНТАТЫ КЛЕТОК КОЖИ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ

Г.М. МИХАЙЛОВ*

ООО «Мика», Санкт-Петербург

Целью данной работы являлось исследование трансплантатов клеток кожи человека при проведении регенерации кожных покровов подопытных животных. Из хитиновых волокон были изготовлены тканые матрицы, на которых выращены фибробласты человека. Полученные трансплантаты использовали при лечении искусственных ран кожи подопытных животных. Получены положительные результаты.

Ключевые слова: хитин, хитиновые волокна, тканые матрицы, трансплантаты клеток кожи, фибробласты.

Введение

Восстановление кожных покровов является одной из важнейших проблем лечения больных с обширными и глубокими ожогами, с трофическими язвами, с травматическими и другими видами повреждения кожного покрова. Соответственно много клиник и лабораторий ведут исследования по разработке новых методов лечения пострадавших.

Традиционный метод — пересадка кожи, взятой у пострадавшего или донора, — в случаях обширного или глубокого поражения кожного покрова часто бывает осложнен состоянием пациента, размерами сохранившихся участков кожи или иными обстоятельствами, не позволяющими к нему прибегнуть. В качестве пересадочного материала для закрытия раневой поверхности используют лиофилизированную или замороженную кожу животного, человека или искусственные материалы (ткани, пленки), изготовленные из резорбирующихся или нерассасывающихся полимеров; культивированные *in vitro* на полимерах-носителях или капсулированные в полимерную матрицу кератиноциты и фибробласты.

Аллотрансплантаты, взятые от трупов или добровольцев, отторгаются организмом пациента через одну или две недели и, следовательно, являются только временной защитой пораженной поверхности. Обработанная замораживанием в глицерине или лиофилизацией кожа

животных или человека способствует восстановлению соединительной ткани и кровеносных сосудов внутри трансплантата и впоследствии рассасывается. Используют также искусственную кожу, которая состоит из коллагена, хондроитина или сеток из волокон, заменяющих дермис, покрытых полупроницаемой силиконовой пленкой. После восстановления тканей под ней ее удаляют и заменяют аутоотрансплантатом или выращенными и размноженными *in vitro* кератиноцитами, фибробластами.

Методика массового производства кератиноцитов для клинических целей, разработанная около 35 лет тому назад, применяется только несколькими специализированными центрами. В процессе культивирования количество кератиноцитов может увеличиваться в 5–10 тысяч раз. Это означает, что кератиноциты, выращенные из кусочка кожи размером с почтовую марку (1,5 см²), могут покрыть поверхность в 1,5 м², что почти равно поверхности тела человека. Они обладают всеми существенными характеристиками кератиноцитов *in situ* — делятся, дифференцируются, образуют мембранные структуры, необходимые для внутриклеточной связи и принятия сигналов, регулирующих клеточное деление и дифференциацию. Однако получение трансплантатов и имплантирование клеток возможно только при использовании субстрата. Использование в свободной форме кератиноцитов *in vivo* не приводит к их высокой активности из-за короткого времени жизни и низкой адгезии к раневой поверхности.

С целью пролонгирования действия и увеличения адгезии к поверхностным тканям раны активное начало роста клеток импрегнировали в резорбирующиеся желатиновые микросферы. Исследования, выполненные

* Автор для переписки:

© 2008 г. Михайлов Геннадий Михайлович,

ст.н.с., к.х.н., ООО «Мика»

195269 Санкт-Петербург, ул. Ольги Форш, 13, кв. 161

E-mail: mika@mikaspb.ru

на морских свинках, показали, что имплантированные микросферы ускоряют разрастание кератиноцитов и образование капилляров. Такие материалы могут быть использованы для ускоренной регенерации поврежденных поверхностей в качестве искусственной дермальной ткани [1, 2].

Однако покровные материалы на резорбирующей основе гораздо удобнее при трансплантации и закрытии раневых поверхностей и могут быть использованы для культивирования и последующей пересадки человеческих кератиноцитов и фибробластов. В 1980 году были запатентованы композиционные материалы на основе частично деацетилированного хитина и коллагена [3]. Эти пленочные материалы предполагали использовать в медицине в качестве матричных материалов для иммобилизации ферментов. Авторы не провели иммобилизации факторов роста клеток кожи и не сделали попытки использовать эти материалы в качестве защитных покровов раневых поверхностей.

Были исследованы коллагеновые губки, матричные системы, состоявшие из коллагена, глюкозамина и хитозана, а также из коллагена разной степени сшивки дифенилфосфорилазидом [4]. Поскольку нативный коллаген частично денатурировался из-за низкой термостойкости и растворялся при культивировании фибробластов, их пролиферация была достаточно низкой. На матрицах, образованных коллагеном, глюкозамином и хитозаном, отмечена высокая скорость роста фибробластов. Авторы отмечают эту систему как лучшую для культивирования и формирования дермального слоя.

Были созданы и испытаны многослойные матрицы. Авторы [5] испытали для лечения глубоких ран заменитель кожи, в котором было два слоя из резорбирующихся полимеров. Пористый нижний слой служил для лучшей адгезии материала к раневой поверхности. На нем было проведено культивирование фибробластов, а верхний, более плотный слой, служил подложкой для кератиноцитов.

В качестве матричных материалов были исследованы не только природные полимеры (коллаген, хитозан), но также изучен обширный ряд синтетических полимеров [6]. Эта работа позволила сформулировать требования к материалам для матриц и выбрать соответствующие этим требованиям полимеры (коллаген, полилактиды и полигликолиды). В частности, для культивирования клеток кожного покрова с последующей трансплантацией их на пораженные участки предложено использовать полимеры-носители, которые после восстановления кожного покрова могли бы рассосаться, не причинив

никакого вреда организму пациента. Это синтетические полимеры — полидиоксаноны, полилактиды и полигликолиды, на основе которых выпускают рассасывающиеся в организме пациента хирургические шовные нити — Даксон, Викрил и Этикон. В отличие от традиционных шовных материалов — кетгута и коллагена, являющихся чужеродными белками и поэтому способными вызывать хроническое воспаление, некроз, инфицирование раны, ее рубцевание и т.д., эти полимеры (полилактиды, полигликолиды, полидиоксаноны и их сополимеры) не антигенны и не вызывают существенных воспалительных процессов в окружающих тканях. Однако в последнее время появились сообщения, что при медленно заживающих ранах, то есть в условиях, требующих длительного сохранения деформационно-прочностных свойств имплантированного материала, они могут преждевременно рассасываться и заживления раны не наступает. Также были упоминания о повышении жесткости материалов, что приводило к затруднениям их использования из-за травмирования тканей. При хранении, вследствие гидролиза, нити из этих полимеров резко снижают свои прочностные характеристики. Кроме этого, поскольку они расщепляются гидролитически с образованием кислот, аккумулирующихся в ране, то при большом количестве гидролизующегося полимерного материала на раневой поверхности возможно понижение рН раны. Это грозит нежелательными последствиями. Продукты резорбции таких полимеров не являются специфическими веществами для организма пациента и могут вызывать дополнительные осложнения в процессах регенерации кожного покрова. Даже при малых количествах полимеров, введенных в организм в виде хирургического шовного материала, в зоне их имплантации наблюдают покраснение сшитой ткани, обусловленное понижением рН за счет гидролитического распада шовной нити и попадания продуктов гидролиза — кислот — в рану.

Природные полисахариды — хитин и его производное хитозан являются полимерами, из которых возможно изготовление рассасывающихся в организме пациента материалов [7]. Хитин, а также хитозан со степенью деацетилирования до 70% ферментативно расщепляются лизоцимом до N-ацетилглюкозамина и N-глюкозамина — веществ, необходимых и синтезируемых организмом пациента. Скорость резорбции этих материалов можно изменять, варьируя степень ацетилирования и/или толщину нити. Они устойчивы к гидролизу, что обуславливает их длительную сохранность без существенного изменения механических свойств. Исследования шовных материалов из хитина подтвердили, что они фиксируют

ткани до наступления полного заживления раны, а позднее рассасываются бесследно, делая шов косметическим; при этом не происходит рубцевания тканей [8, 9]. Следует особо отметить, что хитин и хитозан активируют фагоцитарную активность макрофагов. Это приводит к увеличению количества мигрирующих в очаг воспаления фагоцитов. Они не только ускоряют заживление раны, но и способствуют восстановлению кожи на пораженных участках без образования шрамов, потери функциональности, ускоряют образование коллагена, индуцируют новообразование кровеносных сосудов, восстанавливают слизистую оболочку полости рта. При этом побочных эффектов не наблюдают [8, 10]. Хитин и хитозан биологически совместимы с организмами млекопитающих. Будучи физиологически активными полимерами, они обладают иммуномодулирующим, противомикробным, противоопухолевым, радиозащитным, ранозаживляющим, антихолестерическим, гемостатическим действием [11]. Изучение цитохимическими методами метаболизма фагоцитирующих клеток показало, что хитин и хитозан повышают активность ферментов гликолиза [12]. Благодаря этим особенностям хитин и хитозан нашли широкое применение в медицине. Их использование позволяет отказаться от применения антибиотиков, сократить применение последних, уменьшить число лечебных сеансов.

Вышеперечисленные характеристики указанных природных полисахаридов позволяют утверждать, что они представляют собой наиболее перспективные материалы при создании рассасывающихся матриц для культивирования фибробластов и кератиноцитов, стволовых клеток. Выращенные на тканевых матрицах культуры клеток кожи человека могут быть использованы для лечения ожоговых и травматических ран, трофических язв. Такие матрицы обеспечивают сохранность межклеточного матрикса и нужную ориентацию клеток при переносе трансплантата на раневую поверхность. Можно полагать, что матричные материалы на основе этих природных полимеров окажутся более перспективными, чем материалы на основе коллагена или вышеупомянутых рассасывающихся синтетических полимеров при культивировании и трансплантации клеток.

Изучая влияние условий формирования на морфологию и механические характеристики хитиновых волокон, автором статьи разработаны условия получения эластичных хитиновых нитей с достаточной прочностью и ее сохранением в узле до 70% от исходной. Испытания показали, что волокна биосовместимы, рассасываются в течение времени, необходимого для полного заживления раны, неаллергенны, их механические свойства

полностью соответствуют существующим требованиям к хирургическим шовным материалам. Радиационная, а также обычная жаро-паровая стерилизации не изменяют деформационно-прочностные характеристики волокон. Такие волокна можно использовать как для изготовления рассасывающихся хирургических шовных материалов, так и для получения тканевых матриц и трансплантатов клеток кожи человека.

Целью данной работы являлось получение тканевых матричных материалов на основе хитиновых волокон; выращивание на них клеток кожи и проведение испытаний *in vivo* при регенерации кожных покровов подопытных животных.

Материалы и методы

При проведении работ были использованы:

- Диметилацетамид — фирмы «Вектон», который обезвоживали гидридом кальция, перегоняли в вакууме и отбирали фракцию, кипевшую при 42 °С и остаточном давлении 7 мм. рт. ст.
- Хлористый литий — кристаллогидрат, обезвоженный при 400 °С.

Хитин широко распространен в природе в качестве полимера, образующего наружный скелет ракообразных, насекомых; находится в некоторых видах водорослей, грибов, дрожжей и других микроорганизмов. Содержание хитина в панцирях гидробионтов составляет 14–35%, в мицелии грибов — 10–40%. Во всех организмах хитин присутствует в виде комплексов с белками, глюкозами, меланином. Эти комплексы инкрустированы солями кальция. Поэтому выделение хитина в чистом виде требует ряда последовательных операций: деминерализации, депротенирования, удаления красителей и других сопутствующих веществ. Сырьевой источник, условия получения хитина определяют свойства конечного продукта. Молекулярная масса хитина зависит как от исходного сырья, из которого он выделен, так и от способа выделения. Как правило, она находится в пределах 100–500 тысяч дальтон, встречаются образцы и более высокомолекулярные — до 1000000 дальтон. Для получения прочных волокон необходим высокомолекулярный полимер. Поскольку наиболее высокомолекулярный хитин может быть выделен из панцирей крабов, то это сырье наиболее предпочтительно для получения волокон. Поэтому был использован крабовый хитин, предоставленный АО «Восток-Бор», г. Дальнегорск.

Из измельченного крабового панциря удаляли остаточный белок, зольные элементы и другие сопут-

ствующие вещества, применяя разработанный автором мягкий метод выделения хитина. Выделенный хитин имеет характеристики: $M = 180$ кДа, содержание азота по Кьельдалю составляло 6,28%, степень деацетилирования — 5,1%, белок и зола отсутствовали.

Высокая кристалличность и сильные межмолекулярные взаимодействия не позволяют перерабатывать хитин, хитозан в изделия через расплав как синтетические полимеры. Матричные материалы, волокна и пленки могут быть получены только при переработке растворов этих полисахаридов.

Растворение хитина осуществляли в комплексном растворителе — диметилацетамиде, содержащем 7% масс хлорида лития, при комнатной температуре и интенсивном перемешивании. Содержание полимера в растворе — 3% масс.

Формование волокна осуществляли на установке ПИФВ-01, используя шприц-дозатор и фильеру — 300/0,08. Осадительная ванна — спиртовая, пластификационная ванна — вода. Отмывка от волокна хлористого лития осуществлялась горячей водой (80 °С) до полного отсутствия в промывных водах иона хлора (проба на азотнокислое серебро). Волокна высушены при 105 °С.

Механические испытания выполнены на универсальной разрывной машине Инстрон-110. Перед проведением испытания образцы волокон выдерживали сутки в эксикаторе над концентрированным водным раствором ацетата магния, то есть при относительной влажности 65%.

Диаграммы растяжения получены на базе образца — 50 мм при скорости нагружения — 5 мм/мин. Полифиламентные волокна характеризуются прочностью 645 МПа (46,8 сН/текс), сохранением прочности в узле — до 70% и удлинением при разрыве — 8,0%. Диаметр монофиламента — 10 мкм.

Рентгенографические исследования проводили на дифрактометре ДРОН-2 и в камере РКВ-86 с использованием излучения $\text{CuK}\alpha$, фильтрованного никелем. Волокна образованы хитином, имеющим β -структуру, и характеризуются мезоморфной надмолекулярной организацией.

Из некрученого полифиламента методом ручного ткачества изготавливали ленту, представленную на рисунке 1.

Из этой ткани были изготовлены образцы матриц (рис. 2) в виде круглых шаблонов по размеру ячеек 24-луночной платы, в которой готовили материал для трансплантации клеток кожи на раны и проведения дальнейших исследований.

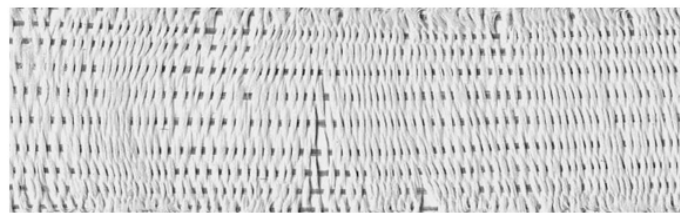


Рис. 1. Компьютерное сканирование ткани на основе хитиновых нитей, полученной методом ручного ткачества. Диаметр монофиламента — 10 мкм, количество филаментов в нити — 300 шт., ширина ленты — 26 мм

На снимках, сделанных с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), представлены волокна тканых матриц без выращенных (рис. 3) и с выращенными клетками фибробластов кожи человека (рис. 4).

На волокнах тканых матриц растут фибробласты, которые покрывают волокно непосредственно, образуя на нем оболочку толщиной 5–10 мкм. От этих оболочек клетки прорастают на соседние волокна, образуя тяжи (рис. 4). За период культивирования они способны образовать слой, покрывающий ткань непосредственно.

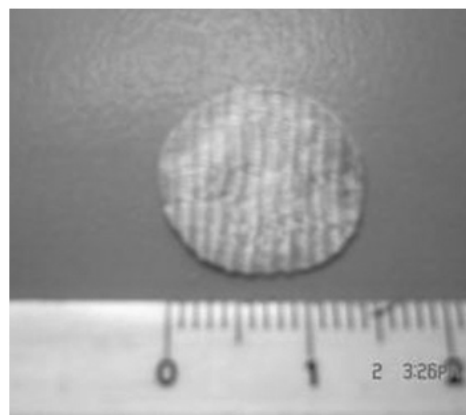


Рис. 2. Снимок образца тканой матрицы

До посева клеток матрицы подвергали стерилизации автоклавированием при — 120 °С, давлении — 1 атм. в течение 40 минут. Стерилизованные образцы помещали в ячейки 24-луночной платы (фирмы Nunc) и высевали на них дермальные фибробласты кожи человека, концентрация — 2×10^4 кл/см². Для культивирования использовали питательную среду DMEM (фирма ICN) с добавлением 10% фетальной сыворотки коров (фирма Nu Clone). Через 5 дней культивирования приготовленные образцы трансплантировали на модельные раны подопытных животных (крысы).

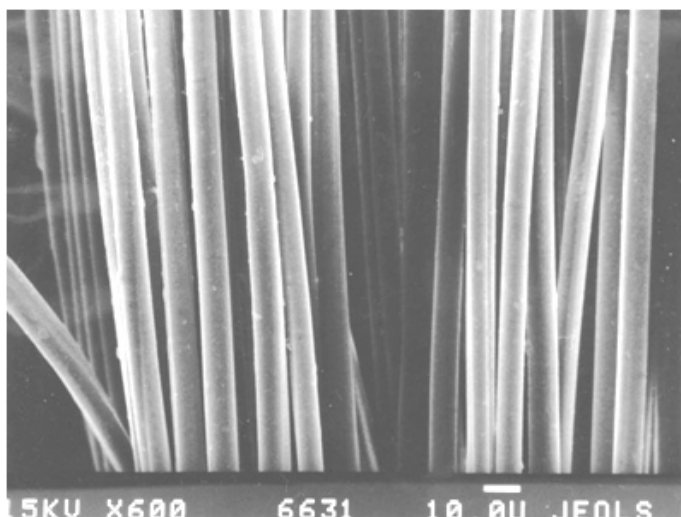


Рис. 3. Сканирующая электронная микроскопия исходного образца матрицы, подвергнутой предварительной обработке для культивирования фибробластов кожи человека, но без посева клеток. $\times 600$

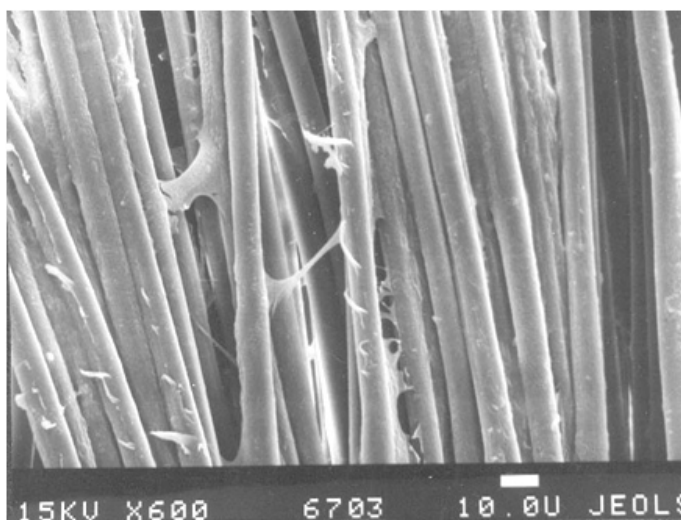


Рис. 4. Сканирующая электронная микроскопия волокон тканой матрицы с выращенными фибробластами. $\times 600$. Срок культивирования фибробластов — 5 суток

Согласно модифицированному сотрудниками Института цитологии РАН (Санкт-Петербург) методу «Экспериментальная рана», на спине крысы делалась рана (диаметром 1–1,5 см), в которую вставляли силиконовое кольцо такого же размера. Силиконовое кольцо предотвращало поступление в рану клеток из тканей животного. Заживление раны могло происходить только за счет трансплантированных клеток.

В экспериментах были использованы два варианта контроля:

- а) «острая рана» — в рану вставлялось силиконовое кольцо, но не вносились никакие трансплантаты, заживление происходило естественным путем;
- б) «трансплантат без клеток» — в силиконовое кольцо вносили только матричный материал без культивируемых клеток.

В опытном варианте в модельную рану вносили фибробласты, выращенные за 5 дней на тканом матричном материале.

О состоянии матричных материалов, на которых предварительно культивировали клетки, трансплантируемые в рану, то есть в условиях *in vivo*, и о процессе заживления судили по результатам гистологического анализа биоптатов регенерируемой ткани (рис. 5), взятых через 10 и 15 дней после трансплантации. Более поздние сроки были исключены, так как за это время у крыс происходит полное заживление раны.

В качестве контроля служили раны, на которые трансплантировали матричные материалы без клеток («трансплантат без клеток»). Общий контроль ко всем вариантам представлен «острой раной» без всяких трансплантатов, где процессы восстановления и новообразования дермы проходили естественным путем. Также в качестве контроля выполнена проверка резорбции матрицы в условиях *in vitro* при культивировании на ней клеток в течение 35 дней. В данных условиях никакой резорбции тканых матричных материалов не отмечено. Это согласуется с ранее полученными результатами исследования изменений деформационно-прочностных характеристик хитиновых мононитей при их выдерживании в условиях культивирования клеток [7].

Результаты

Через 10 суток после трансплантации клеток на тканой матрице у всех животных поверхность раны сильно инфильтрирована лимфоцитами, макрофагами, что свидетельствует о наличии нормального процесса регенерации поверхности. Процесс ангиогенеза выражен слабо, крупные сосуды обрываются, не достигая раны, и изливают форменные элементы крови на поверхность раны и в грануляционную ткань. Количество тучных клеток в новообразованной соединительной ткани такое же, как в норме.

Отсутствие отека свидетельствует о том, что воспаления нет. Клетки вырабатывают волокнистый, а не аморфный компонент внеклеточного матрикса. У всех животных отмечены активные процессы миогенеза. Процессов нагноения не наблюдалось.

Через 15 суток после трансплантации на поверхности раны уменьшается толщина грануляционной ткани, однако остается еще достаточно большое количество макрофагов. Начинается процесс ангиогенеза. Вновь образующиеся капилляры не доходят до поверхности раны, распространяются горизонтально в средней зоне новообразованной соединительной ткани, толщина которой гораздо больше, чем в контроле «острая рана», и составляет не меньше 1–1,3 мм.

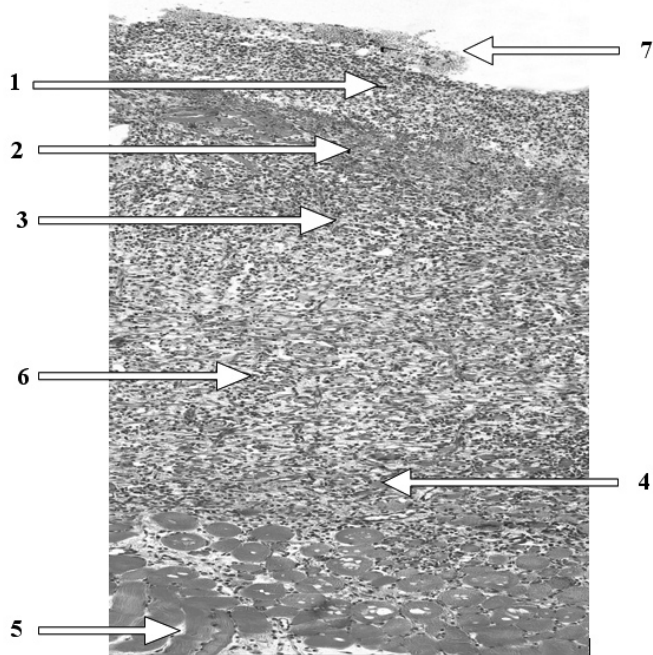


Рис. 5. Фрагмент гистологического среза биоптата регенерирующей ткани через 15 дней после трансплантации:

1) грануляционная ткань; 2) новообразованная соединительная ткань; 3) сосуды поверхностного сплетения; 4) новообразованные мышцы (миоциты); 5) зрелые миоциты; 6) сосуды глубокого сплетения; 7) кровь на поверхности раны (появилась в момент взятия биоптата)

Ее рост свидетельствует о нормально идущих процессах восстановления дермы, трофики, выведения продуктов обмена и т.д. Количество тучных клеток не увеличивается по сравнению с более ранним сроком. Процессы миогенеза выражены сильнее, чем на сроке 10 суток: у всех животных можно проследить все этапы формирования нормального мышечного волокна.

При взятии биоптата через 10 суток после трансплантации в биоптате присутствовала часть «тканого

материала». Через 15 суток после трансплантации в биоптате выявлялись отдельные волокна матричного материала. Состояние ткани в биоптатах свидетельствует о нормально идущих процессах восстановления дермы, более эффективном образовании новой соединительной ткани по сравнению с контролем «острая рана» и соответственно об отсутствии токсического воздействия материала матрицы, продуктов ее резорбции на клетки ткани.

Во всех опытных вариантах по сравнению с общим контролем («острая рана» без каких-либо трансплантатов) отмечается отсутствие воспалительной реакции, что свидетельствует об отсутствии токсичности хитиновых матричных материалов и о нормально идущих процессах восстановления дермы.

При использовании пленочных матриц из хитина или хитозана под пленкой, не имеющей пор, скапливается экссудат, и регенерации кожного покрова не происходит. Лазерное перфорирование пленочных матриц из этих полисахаридов приводило к обугливанию поверхности пор, что создавало барьер и не позволяло трансплантируемым клеткам контактировать с раневой поверхностью. Хитиновые матричные материалы в виде ткани лишены этих недостатков и могут быть рекомендованы к внедрению в медицинскую практику.

Заключение

Из вышеизложенного следует, что хитиновая нить, из которой были изготовлены матрицы, ферментативно расщепляется лизоцимом. Хитиновые матрицы нетоксичны. На матричных материалах (тканях), изготовленных из хитина, клетки фибробластов активно пролиферируют, образуют межклеточный матрикс. Испытанные тканые трансплантаты ускоряют процессы регенерации кожных покровов.

Варьируя количество моноволокон в полифилламенте, их диаметр, а, следовательно, массу и толщину тканой матрицы, или изменяя степень ацетилирования хитина, можно получать субстраты с желательным, заранее заданным сроком замещения матрицы вновь образующейся кожей.

Ткань из хитиновой нити следует применять в качестве рассасывающегося матричного материала для выращивания клеток кожи человека, а полученные трансплантаты могут быть использованы при регенерации поврежденных кожных покровов.

Для внедрения и использования рассасывающихся тканых матриц на основе хитиновых нитей в медицинской

практике необходимо проведение широких клинических испытаний.

Работа была поддержана Президиумом РАН и выполнялась в Институте высокомолекулярных соединений РАН и Институте цитологии РАН с 2002 года в соответствии с программой РАН «Фундаментальные науки — медицине».

Автор приносит искреннюю благодарность сотрудникам Института цитологии РАН Г.П. Пинаеву, М.И. Блиновой, Н.М. Юдинцовой и хирургу Б.А. Парамонову за интерес и активное участие в проведении доклинических испытаний тканых матричных трансплантатов на основе хитина.

Литература

1. Boranic M., Jakic-Razumovic J., Stanovic S., Kljenac A., Fattorini I. Skin cell culture: utilization in plastic surgery and laboratory studies // *Lijec Vjesn.* — 1999, Apr-May. — Vol. 121(4–5). — P. 137–143.
2. Kovai K., Suzuki S., Tabata Y., Ikada Y., Nishimura Y. Accelerated tissue regeneration through incorporation of basic fibroblast growth factor-impregnated gelatin microspheres into artificial dermis // *Biomaterials.* — 2000, Mar. — Vol. 21 (5). — P. 489–499.
3. EP 0 038 628 A2. Kosugi Junichi, Kato Tadaki, Funabashi Masayuki. «Composite material of de-N-acetylated chitin and fibrous collagen, its production and use».
4. Vassiere G., Chevally B., Herbage D., Damour O. Comparative analysis of different collagen-based biomaterials as scaffolds for long-term culture of human fibroblasts // *Med. Biol. Eng. Comput.* — 2000, Mar. — Vol. 38(2). — P. 205–210.
5. Beumer G. J., van Blitterswijk C.A., Bakker D., Ponc M. A new biodegradable matrix as part of cell seeded substitute for the treatment of deep skin defects: a physico-chemical characterization // *Clin. Mater.* — 1993. — Vol. 14(1). — P. 21–27.
6. *Principles of Tissue Engineering* / Ed. by Robert Lanza, Robert Langer; and William Chick. — R.C. Landes Company, 1997. — P. 273–293.
7. Михайлов Г.М., Лебедева М.Ф., Пинаев Г.П. и др. Новые тканые матрицы на основе рассасывающегося природного полисахарида хитина для культивирования и трансплантации клеток кожи человека // *Клеточная трансплантология и тканевая инженерия.* — 2006. — № 4 (6). — С. 51–61.
8. Shigemasa A., Minami S. Использование хитина и хитозана в медицине // *Кобунси како.* — 1997. — Т. 46. — № 2. — С. 27–33.
9. Dinesh K. Singh and Alok R. Ray. Biomedical applications of chitin and chitosan, and their derivatives // *J. of macromol. Sci. — Reviews in chemistry and physics.* — 2000. — Vol. C40. — N. 1. — P. 60–83.
10. Новак А.А., Цыган В.Н., Жоголев К.Д., Никитин Ю.В. Применение препаратов на основе хитина и хитозана в медицине // *Проблемы окружающей среды и природных ресурсов.* — М.: ВИНТИ, 2000. — Вып. № 8. — С. 90–106.
11. Жоголев К.Д., Никитин В.Ю., Буланьков Ю.И. Изучение препаратов хитина и хитозана на течение раневого процесса / *Актуальные проблемы гнойно-септических инфекций.* СПб., 1996. — С. 36–37.
12. Жоголев К.Д., Никитин В.Ю., Цыган В.Н. Препараты на основе хитина и хитозана в медицине и рациональном питании // *Медицинская иммунология.* — 2001. — Т. 3. — № 2. — С. 316–317.

CHITINOUS MATRIX OF FIBERS AND TRANSPLANTS SKIN CELLS TO REGENERATE SKIN

G.M. MIKHAILOV

Mika Ltd., Saint-Petersburg

The aim of this work was the study of transplants of human skin cells in the regeneration of skin of the animals. Of the chitinous fibers were manufactured woven matrix, which raised human fibroblasts. These grafts used in the treatment of artificial skin wounds of the animals. The positive results were obtained.

Keywords: chitin, chitin fibers, woven matrices, skin cells transplants, fibroblasts.

РОЛЬ БИОТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РОССИИ

Р.Г. ВАСИЛОВ*

*Общество биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова,
Москва*

Цель сообщения — показать, в чем заключается роль биотехнологии в социально-экономическом развитии России.

Для того чтобы ответить на этот вопрос, необходимо, в первую очередь, понять, что представляет собой Россия сегодня, какие основные проблемы стоят перед ней, какие вызовы стоят в этом веке и в чем биотехнология может помочь ответить на эти вызовы. Мы не будем останавливаться здесь на детальном анализе самой биотехнологии в нашей стране (об этом будут еще доклады во время конгресса ведущих специалистов по отдельным направлениям). Скорее всего, это будет видением профессионального научного сообщества, а именно: Общества биотехнологов России, опирающегося на бизнес-сообщество и работающего в тесном сотрудничестве с государственными структурами, прежде всего, с Государственной Думой РФ. И, конечно, в формировании этого видения большую роль играет учет опыта других стран в развитии биотехнологии, потому что мы сейчас стремительно развиваемся в рамках общих ценностей, общих принципов, в рамках развития глобализации во всем мире.

Руководством Российской Федерации поставлена очень важная задача — стать к 2020 году пятой экономикой в мире. Это отражено в проекте Концепции долгосрочного социально-экономического развития страны, разработанной Министерством экономического развития РФ. Таким образом, наше государство должно стать одним из экономических лидеров.

Реализация этой задачи в нынешних условиях подразумевает, что Россия должна совершить рывок с

четвертого технологического уклада (по классификации Глазьева С.Ю), на котором она практически находится, на шестой, минуя пятый, который мы фактически пропустили.

И в этом шестом технологическом уровне биотехнология представляется одним из главных, стержневых элементов развития экономики и общества. Следовательно, развитие биотехнологии уже является одной из необходимых предпосылок для социально-экономического развития страны, для выполнения тех целей и задач, которые перед ней поставлены. Насколько реально совершить этот скачок?

Если рассмотреть общие параметры экономического развития страны, то следует обратить внимание на то, что она входит в десятку ведущих экономик, то, что ежегодные темпы роста ВВП до 7%, то в принципе это представляется достаточно реальным. Однако какие трудности и какие проблемы здесь могут возникнуть и что необходимо решить, для того чтобы это стало возможным, то есть на какие вызовы нужно будет ответить, — вот, что важно.

При анализе карты РФ отмечается, что огромная часть нашей страны имеет очень низкую плотность населения. К тому же, согласно прогнозам специалистов, демографическая ситуация будет ухудшаться и соответственно будут снижаться и далее плотность и общая численность населения.

К сожалению, это не одна проблема. Там, где есть население (южные районы), там очень высок уровень безработицы.

Кроме того, существует достаточно большая дифференциация по доходам населения. Это проявляется заметно и представляет собой важный социальный фактор.

Далее, значительная часть территории страны не имеет постоянного электроснабжения. По оценке ведущего отечественного специалиста Б.И. Кудрина,

* Автор для переписки:

© 2008 г. Василев Раиф Гаянович

профессор, президент Общества биотехнологов России

им. Ю.А. Овчинникова

Тел.: (495) 648-09-13

E-mail: raifvasilov@biorosinfo.ru

2/3 территории страны не электрифицированы и не имеют надежного энергообеспечения, которое необходимо для развития товарного производства и вообще организации жизни. Это влияет, в частности, на то, что за последние 13 лет в РФ исчезло порядка 11000 поселений и еще примерно такое количество находится на грани исчезновения.

Таким образом, основной вывод, который можно сделать в контексте тех вызовов и конкретных задач, которые нужно решить государству, чтобы перейти затем к решению более общих проблем, — это необходимость обустройства гигантских территорий на фоне ухудшения демографической обстановки и социального расслоения.

На наш взгляд, решающий вклад в решение указанных проблем может внести масштабное приоритетное развитие биотехнологии, ее повсеместное внедрение в народное хозяйство при непереносимой целенаправленной поддержке государства на долгосрочную перспективу. При этом стратегической целью является создание биоэкономики, основанной на знаниях.

Что это такое? Об этом будет говорить в своем докладе г-н Патерманн. Я очень кратко обозначу, что биоэкономика, основанная на знаниях, — это экономика, основанная на широком применении биотехнологии, использующая возобновляемые ресурсы для производства ценных продуктов и энергии.

Ключевая концепция биоэкономики — это то, что называется «биофабрика» («biorefinery»). Это — завод, который практически из любого биосырья может производить достаточно обширный перечень продукции, включая разные виды энергии.

Что самое важное — эта концепция может быть реализована в разных аспектах и в разных масштабах — от малого до большого. Это могут быть очень крупные заводы, могут быть небольшие биоперерабатывающие установки или предприятия. Опираясь на это, сегодня считается, что биотехнология, создавая и развивая биоэкономику, сможет решить ключевые проблемы человечества. Это — проблемы, связанные с питанием, проблемы, связанные с медициной, с окружающей средой, с кризисом истощения минеральных ресурсов.

Именно поэтому в мире идет биотехнологический бум. Биотехнология вместе с фармацевтикой входят в тройку ведущих секторов мировой экономики, уступая только банковскому и нефтегазовому.

К сожалению, Россия сегодня достаточно скромно представлена на биотехнологическом рынке и в биоиндустрии. При этом с 1980 года до нынешнего дня произо-

шло снижение с 5% до всего 0,2% (табл. 1). Наряду с этим отмечается мировая тенденция — стремительное развитие.

Таблица 1

Доля России в мировом объеме производства продукции биотехнологии

Годы	Мировой объем (млрд.\$)	Россия (млрд.\$)
1980	30	1,5
1990	95	3,2
2000	234	0,4
2010 прогноз	Свыше 2000	2,5

Нужно констатировать, что в 90-е годы XX века наша страна утратила лидирующие позиции в мировой биотехнологии, которые были в СССР в 70-е и 80-е годы. Страна фактически потеряла большую часть своей биоиндустрии.

Тем не менее у нас сохранился очень большой сегмент научно-исследовательских организаций, относящихся к биотехнологии. Существенен также сегмент образования. Однако совсем маленький сегмент — сама биоиндустрия.

Если говорить о рынке, то, по разным оценкам, он тоже не очень большой: от 1 до 1,5 миллиардов долларов. При этом 2/3 — это фармацевтические препараты. В целом, нужно сказать, что примерно 70% данного рынка сейчас заполняется за счет импорта.

Из сказанного логически вытекает, что сегодня конкретная задача развития биотехнологии в стране — это создание современной мощной биоиндустрии, чтобы обеспечить потребности населения в базовых продуктах питания, быть локомотивом развития биоэкономики, основанной на знаниях, ведущим фактором развития науки и образования, решения актуальных проблем социально-экономического развития страны.

Как раз сейчас, с началом новой волны биотехнологической революции в мире биоиндустрия и биотехнология в целом в последние годы создают для России уникальные возможности для прорыва в этой области, восстановления своих позиций.

Этому способствуют те объективные факторы, которые имеются в стране: наличие биоресурсов, биоресурсной базы (земля, пресная вода), сравнительно дешевая энергетика. Это также — кадры, технологии, благоприятная экономическая конъюнктура.

В принципе микробиологическая промышленность сможет обеспечить производство всего спектра важнейшей биотехнологической продукции, Это и для химической промышленности, и для пищевой индустрии, и для медицины, и для добывающих отраслей.

Если привязывать это к амбициозной программе «2020», то мнение экспертов таково. В 2020 году обеспечить производство разных продуктов на уровне 50–70% от потребности страны в данной продукции, то есть речь идет о высоком уровне импортозамещаемости. При этом будет очень важно развивать не только промышленную биоиндустрию, но и также те ее направления, которые имеют отношение к медицине, фармацевтике. Да и сама медицина должна с помощью биотехнологии прогрессировать, поскольку здесь происходят большие изменения в направлении большого прорыва (создание персонализированной медицины). Однако все же самое сильное изменение должно коснуться традиционных секторов экономики, которые являются базой экономики, основанной на знаниях.

Указанное касается также других секторов: сельское хозяйство, лесное хозяйство, пищевая промышленность и др. В целом, на долю биоэкономики в нашей стране приходится порядка 16% ВВП, здесь работает около 10% трудоспособного населения.

Традиционно сельское хозяйство всегда рассматривалось как наиболее рискованный сектор экономики. Считалось, как говорится в одной английской поговорке, что самый надежный способ разориться — это вложить деньги в сельское хозяйство. Но нам представляется, что биотехнология может изменить ситуацию коренным образом.

Именно биотехнология открывает сегодня принципиально новые возможности для развития, в том числе упомянутых традиционных секторов экономики. Более того, ныне речь идет о формировании совершенно иной парадигмы развития сельского хозяйства, основанного на самодостаточности, в том числе с точки зрения энергетического обеспечения организации производства. Такая организация может стать и основой устойчивого развития территории.

Неоднократно говорилось о биоэнергетике как об одном из ключевых элементов, для того чтобы данное развитие было возможно. В такой ситуации мы должны говорить сегодня о популярной энергетической триаде: биогаз — биоэтанол — биодизель. При этом в центре мы должны рассматривать биогаз.

В результате жизнедеятельности человека и его хозяйственной деятельности осуществляется постоянный

процесс наработки органических материалов, накопления органических отходов, что является сырьем для производства биогаза. В настоящее время можно говорить о том (это мнение экспертов), что только объем таких отходов, органической основы может дать возможность для производства (по разным оценкам, включая и таковую Министерства сельского хозяйства РФ) до 100 миллиардов киловатт-часов электроэнергии, причем повсеместно, или до 60 миллиардов кубометров газа.

Примерные оценки для Московского региона — это около 4 миллиардов киловатт-часов электроэнергии от огромного количества и дополнительного дохода. Еще больший потенциал в регионах Приволжского Федерального округа — в эквиваленте по производству энергии за счет переработки биомассы он фактически составляет 75 новых гидроэлектростанций. Но что еще очень важно — помимо обеспечения энергией, это направление позволяет создавать высокооплачиваемые эффективные рабочие места.

Примерно тоже можно сказать о лесных биоресурсах. В нашей стране они очень велики, и это — также основа для развития биоэкономики.

Итак, можно констатировать, что главным, магистральным путем развития нашей страны в ближайшие годы для обеспечения устойчивого развития территорий должна стать биоэкономика, использующая, в том числе, биоэнергетику, решая при этом задачу децентрализованного производства электроэнергии и тепла в системе жилищно-коммунального хозяйства, восстановления плодородия почв агrobiотехнологическими методами, деурбанизации, создания малых поселений типа «биоэкополисов».

Мы считаем, что в скором времени в нашей стране должны появиться биорегионы. Отталкиваясь от этого, вся территория страны может быть покрыта эффективными, опирающимися на биоресурсы, локальными экономикками. Это может обеспечить фактический подъем и пространственное развитие регионов.

Когда мы говорим об ожидаемых результатах перечисленных нововведений, то по сути — они представляют собой ответ на тот самый главный первый вопрос: какие вызовы стоят перед страной и как на эти вызовы ответить? Прежде всего, это — сохранение страны, ее территории в целом. Вот что может дать и должна дать биоэкономика для России сегодня.

Что может этому воспрепятствовать? Скорее всего, главным препятствием является недопонимание и недооценка важности данного направления для нашей страны, которые имеются в наших крупных корпораци-

ях — естественно, небитехнологических: их пока нет, они должны еще только создаваться. Если это не будет решаться, то наши ТЭК-овские компании, машиноэнергетические, химические объединения будут по-прежнему основываться на традиционных топливных ресурсах, будут становиться все менее и менее конкурентноспособными.

Что необходимо, чтобы это состоялось? Для этого требуется то, о чем мы сегодня с вами говорим и чем вместе занимаемся. Это — четкое формулирование целей, задач, понимание всеми научными обществами, госструктурами, бизнес-сообществом необходимости приоритетного развития биотехнологии и биоэкономики.

В этом плане мы обычно говорим о том, что нужно взаимодействие между корпоративным сообществом биотехнологов и всеми социальными слоями. Это — бизнес. Это — структуры, связанные с наукой. Это — государственная власть. Это — наконец, гражданское общество в целом. Следует подчеркнуть, что создание биоэкономики, основанной на знаниях, равно как и вообще создание инновационной экономики, возможно только в условиях гражданского общества. Здесь можно сказать, что в последние годы в нашей стране очень много делается в данном направлении. Свой вклад вносит деятельность Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова, которое проводит большую работу по объединению биотехнологов страны, тесно взаимодействуя с бизнес-сообществом, которое консолидируется в этом же направлении.

Находит понимание указанная проблема и у руководства страны. В первую очередь, необходимо отметить постоянную поддержку Государственной Думы РФ. Имеется и четкая позиция высшего руководства страны — Президент РФ неоднократно объявлял развитие биотехнологии как приоритетную задачу. И, наконец, очень важно, что существует поддержка населения и общества

в целом. Надо упомянуть в этой связи тот факт, что политическая партия «Единая Россия» недавно заявила о курировании этой организацией специального проекта по биотехнологии.

В заключение надо подчеркнуть, что успешное решение вышеперечисленных задач может быть достигнуто лишь в условиях эффективной международной кооперации. При этом кооперация должна основываться на взаимном интересе и использовании конкурентных преимуществ, которые может предложить Россия. О них уже говорилось выше. Это — колоссальные биоресурсы, которыми располагает наша страна; наличие образованного населения, подготовленных кадров, наличие технологий, существование всех институциональных предпосылок; поддержка государства, соответствующие механизмы защиты интеллектуальной собственности и т.д.

Такое сотрудничество, такая кооперация сейчас развиваются, и в эти дни мы будем обсуждать, по каким направлениям следует идти. В первую очередь, конечно, надо отметить активное сотрудничество с Евросоюзом, которое идет в рамках нескольких программ. Это также сотрудничество с бывшими республиками Советского Союза. Имеется также ряд международных программ, в том числе с участием США. Перспективны контакты и сотрудничество с Китаем, Индией, Бразилией и другими странами. Именно в этом мы видим цель и смысл данного форума, который сегодня нас всех собрал. Надеюсь, что результатом нашего собрания будет дальнейшее продвижение не только взаимопольного сотрудничества между исследователями разных государств, но и решение тех неотложных проблем, которые стоят перед нашей страной.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

БИОЭКОНОМИКА, ОСНОВАННАЯ НА ЗНАНИЯХ – ОТ КОНЦЕПЦИИ К ПРАКТИКЕ: ОПЫТ ГЕРМАНИИ И ЕВРОПЫ

К. ПАТЕРМАНН*

*Правительство Земли Северный Рейн-Вестфалия,
Германия*

Мы провели увлекательные первые три часа утреннего заседания и в течение этого времени услышали о том, что происходит в России. Я не уверен, что соглашусь с эпитетом «апокалипсический», который здесь употребляли. Мы знакомимся с вопросами развития промышленности в центре Европы, в Китае, чуть позже заслушаем доклады о ситуации в Индии.

В своем докладе я собираюсь сосредоточиться в основном на том, чем занимается Европейский Союз как территориально, так и совокупностью своих учреждений. После этого я расскажу о том, какие события, имеющие отношение к биотехнологии, происходят в государстве и в регионе, и позволю дать несколько практических советов с учетом полученных результатов.

Я продемонстрирую несколько слайдов, чтобы разъяснить, что представляет собой биоэкономика, основанная на знаниях. Кроме того, я не удержусь от того, чтобы не дать вполне практический совет, тем более что через месяц я отправляюсь на пенсию.

Совет заключается в следующем: если вы живете в стране или регионе, то абсолютно точно стоит задать себе вопрос и выяснить, какое экономическое значение имеет биоэкономика в вашей стране, то есть что представляет собой промышленный сектор пищевой промышленности, какова роль сельского хозяйства, объем переработки целлюлозно-бумажной промышленности и т.д. И вообще, какую роль играет этот сектор в вашей региональной или национальной экономике. Сколько человек работает в промышленности, чему равен оборот? Дело в том, что именно в этих областях в ближайшем будущем будут происходить самые кардинальные изменения и если вы будете готовы, то окажетесь в центре потока событий, и

они пойдут вам на пользу; в противном случае вы окажетесь на обочине и ничего не выиграете.

Я обнаружил, что в России уже обращается внимание на указанные моменты, и что более важно и актуально, уже ведутся политические обсуждения с целью получить средства или принять разумные нормативы. В конце концов, именно биоэкономика, основанная на знаниях, является сегодня основной движущей силой. Потому что продукты питания, волокна, топливо и корма обсуждаются сейчас на всех форумах. Когда мы с Альфредо Агиларом придумали этот термин в Европейской комиссии три с половиной года назад, то мы и представить не могли, что этот вопрос станет таким обсуждаемым или дебатруемым.

Теперь давайте разберемся, за счет чего биоэкономика, основанная на знаниях, стала такой важной темой? Именно ее мы обсуждаем на сегодняшней утренней сессии. И сейчас мы можем попытаться свести воедино некоторые из важных факторов, которые формируют парадигму биоэкономики, основанной на знаниях, на базисе науки и биоэкономики.

Рассмотрим проблему увеличения численности и старения населения. Если вы вспомните, о чем говорил г-н Раиф Васильев — о стремительных изменениях развития в России и в некоторых других странах Европы и в Японии, то мы получим именно такую демографическую картину.

В США старение вот-вот также станет серьезной проблемой. Я уверен, что через 15–20 лет с тем же вопросом столкнется и Китай. Это, в свою очередь, порождает рост спроса на продовольствие, причем на продукты питания высокого качества, а также выводит на первый план требование устойчивого производства продовольствия. Эти истины общеизвестны, и я не буду их комментировать. Следует также обратить внимание на более частые случаи пищевых отравлений, в частности, в промышленно развитых странах, или случаи,

* Автор для переписки:

© 2008 г. Dr. Christian Patermann

Advisor to the State Government of North-Rhine Westfalia, Germany

E-mail: patermann.chris@web.de

зарегистрированные Организацией экономического сотрудничества и развития.

Следующая тема — зачастую совершенно не обращается внимания на важность кормов. Многие сегодня не задумываются о том, что, если они едят только мясо, птицу или рыбу, то на такой рацион оказывает влияние землепользование. Когда вы употребляете в пищу птицу или говядину, опосредованно вы употребляете растительные корма, так как они составляют основу питания животных. Нередко остается непроясненным вопрос об эффективности кормовой базы, всей пищевой цепи, а сегодня эти вопросы крайне важны, так как, в конце концов, вы приходите к конфликту конкурентного использования земель для получения кормов, для сельскохозяйственной деятельности и для получения биотоплива.

Мне нет необходимости обсуждать вопрос об инфекционных заболеваниях животных и болезнях, передаваемых от животных человеку. Однако эта проблема становится все более актуальной. Она быстро может превратиться в острый вопрос в связи со случаями птичьего гриппа или регистрации вируса африканской катаральной лихорадки, или губчатой энцефалопатии крупного рогатого скота. Про опасности болезней растений для человека мы пока ничего не знаем, но и этот вопрос нужно держать в поле зрения. К этим аспектам следует подходить крайне осторожно, особенно с учетом ограничений темпов развития, ограниченности сырьевых и энергетических ресурсов.

Я оставляю в стороне тему глобального потепления, изменения климата и другие глобальные изменения, а также снижение биологического разнообразия. Крупная конференция состоится через несколько дней в Бонне — это всемирная конференция по сохранению биоразнообразия.

Итак, я перечислил несколько основных механизмов, но хочу отметить, что некоторым из них не придается должного значения; в отношении других есть масса недопонимания, а статистические сведения по ним часто не продуманы, а порой просто ошибочны.

Давайте зададимся вопросом, что может дать биоэкономика, если мы получаем новые знания не только из биотехнологии, но и из других областей и направлений знаний. Какие новые процессы могут начать развиваться? Наши российские коллеги показали несколько слайдов и обозначили моменты экономического, политического и научного подхода. Я хотел бы сказать несколько слов об отдельных составляющих. Новые знания позволяют улучшить наше здоровье. Они пойдут на пользу устойчивости и чистоте окружающей среды. Они будут поддерживать

развитие сельских районов, интересы которых также зачастую забываются. Мы склонны пренебрегать этими вопросами, поскольку знаем, что пока еще достаточно много плодородных земель и импульс урбанизации еще не ослабел. Такой подход является решением во многих частях мира, и поэтому мы должны обсудить его здесь, в России, на этом огромном пространстве всей страны. Всем известно о развитии сельских районов в Китае, где все еще проживает 900 или 850 миллионов человек. И, наконец, не менее важный вопрос — создание конкурентоспособной промышленности, это совершенно очевидный подход.

Теперь я хочу коснуться темы сегодняшнего использования биотехнологии в Европе. Я не буду рассуждать по этому вопросу, говорить, куда, как мне кажется, двинется этот процесс. Приведу только факты и цифры, которые были получены несколько месяцев назад в Европейской комиссии в Институте перспективных технологических исследований (IPITS) в Севилье в рамках 1,5–2-летнего исследования. Эти цифры разбиты, к примеру, на медицину и здравоохранение. Если обратить внимание на различные области применения, то уже сегодня от 10 до 30% биотехнология играет главную роль в диагностике, производстве вакцин и лекарственных препаратов. Питер Эренхейм только что рассказал нам об успехах в биофармацевтике, так как у меня данные только до 2005 года. Я вполне уверен, что рост объемов будет продолжаться в том же направлении.

Если посмотреть на первичную продукцию сельского хозяйства и продовольствия, то и в этих областях можно увидеть, как много основано на биотехнологиях. Например, селекция, животноводство, ветеринария и диагностика качества сельскохозяйственных продуктов, производство ферментов для продуктов питания. Показатели роста составляют от 18–20 до 30%, что само по себе впечатляет. Но это — сухие факты и цифры.

А если посмотреть на химические вещества, полученные с помощью биотехнологии, то становится ясно, что они составляют почти 10%, причем данные цифры почти трехлетней давности. На их долю приходится около 10% рынка, и рост здесь значительный. Что касается биопластмасс, то в этой области мы только в начале пути, однако это направление является весьма перспективным, особенно в том, что касается биологической рекультивации. Успехи тут пока скромные, но по мере развития данной области мы сможем уверенно говорить об экологической биотехнологии.

Другими словами, существует огромный рынок, который предстоит заполнить. Этот рынок имеет значи-

тельный объем, в частности, в странах с формирующейся рыночной экономикой и в странах с крупным населением, таких как Индия и Китай. Я думаю, что этот рынок просто фантастический, а в идеях по его наполнению также нет недостатка.

Еще один момент. Совершенно ясно, что экологические выгоды от биотехнологии очевидны. Я бы даже позволил себе сказать, что потенциал биотехнологии в этой области явно недооценен или не доводится до сведения населения достаточно глубоко. Именно нам предстоит изменить такую ситуацию к лучшему. И последнее, но отнюдь не самое малозначимое — я хочу упомянуть о непосредственном влиянии на глобальное потепление, так как здесь есть и положительные и отрицательные стороны. Таким образом, когда мы вводим в практику такое понятие, как биоэкономика, то сталкиваемся с целым рядом новых вопросов.

Например, каков порядок использования тканей и клеток человека и как обеспечить сохранность личных генетических данных, биогенетики? Что делать с дебатами о нехватке питания из-за выращивания культур для производства биотоплива? Дискуссия знакома многим специалистам, однако она не всегда базируется на верных цифрах. Далее, устойчивое использование биомассы в странах третьего мира — весьма сложная проблема и, наконец, принимающий острые формы, в частности, в Центральной Европе, вопрос о благополучии животных. Последний вопрос становится весьма популярным и частные компании и государственные органы должны быть готовы однозначно ответить о регламентах клонирования животных. Причем, следует провести исчерпывающий и активный диалог не только между учеными, но и между представителями общественности, политиками, руководителями промышленных предприятий, выслушать мнение научных кругов. По тому же сценарию — я уверен — пойдет развитие и в уже упомянутых странах, таких как Индия, Китай и Россия.

Я не настаиваю на необходимости повторять опыт Центральной Европы при решении отмеченных вопросов. Вы знаете — я не столь амбициозен, чтобы выступать в роли ментора. Но тем не менее я считаю, что весьма полезно следить за развитием событий в Европе, особенно если знаешь, что рано или поздно с ними придется встретиться и в своей стране.

После моих слов, надеюсь, когда вы посмотрите на Европу, то увидите ее в несколько ином свете за счет моей небольшой пропагандистской кампании, к которой чуть позже подключатся и мои коллеги. В Европе существует фантастическая научно-исследовательская база для работ

в области наук о жизни. С промышленной точки зрения Европа сильна и химической промышленностью и промышленностью по производству ферментов. У нас весьма сильные позиции по производству вакцин. У нас мощная индустрия производства пищевых продуктов и кормов во всем в мире, о чем, кстати, не все знают. Мы поднимали на высокий технологический уровень текстильную промышленность. Все эти области, которые являются предметом, а возможно, и причиной биотехнологического развития, зависят в значительной степени от новых знаний и биоэкономики.

Если вы посмотрите на количество публикаций по биотехнологии — я должен принести извинения нашему китайскому другу и коллеге за то, что в статистику не включены публикации Китая, а их число примерно равно числу публикаций в Бразилии (рис. 1). К тому же большинство статей не переведено на английский язык. Так вот, эти статистические данные говорят о сильных позициях научно-исследовательской деятельности в Европе. Причем, мы подходим к проблеме осторожно, так как не хотим оставаться чемпионами на бумаге: мы хотим быть лидерами на деле.

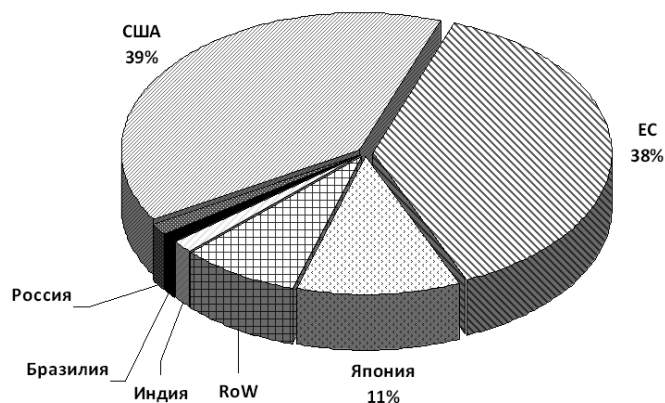


Рис. 1. Распределение публикаций по биотехнологиям за период 2002–2004 гг. по странам/регионам.

RoW — остальные страны мира.

Источник: ETEPS⁴⁷⁹, расчеты IPTS

Еще несколько не столь общеизвестных цифр. Почти две трети компаний по производству ферментов расположены в Европе и примерно три четверти мирового объема производства ферментов поступают из Европы. Довольно существенный вклад в выработку ферментов дает маленькая Дания. И я рад, что эти компании хорошо представлены, так как они участвовали в подготовке настоящего конгресса.

Сейчас мировым лидером по производству вакцин является Европа, однако растет конкуренция со стороны Индии. Наши индийские коллеги и друзья знают об активности предприятий в Бангалоре и Хайдарабаде и т.д. И Европе необходимо обращать должное внимание и делать все возможное, чтобы не потерять статус лидера в этой области. Исход конкуренции в большей степени, если не целиком, будет зависеть от того, каким образом будут использоваться новые знания в этой области.

Как я уже говорил, пищевая промышленность является основным сектором производства в Европе. Обороты в этой области выше, чем в автомобилестроении, и существенно превышают оборот в химической промышленности. Объемы производства являются весьма впечатляющими; кроме того, следует отметить большое количество рабочих мест в указанных областях промышленности. Инвестиции в научно-исследовательские работы и совершенствование технологии в секторе пищевой промышленности Европы составляют всего лишь одну треть от того, что инвестирует в ту же область Япония, или половину инвестиций США. Высокие технологии в текстильной индустрии выглядят не столь впечатляющими по сравнению с привлеченным капиталом в эти области. Однако важность развития текстильной промышленности становится острой в связи с разработкой нового поколения передовых средств индивидуальной защиты, то есть средств защиты здоровья, которые используются при ликвидации промышленных аварий и при производстве строительных работ. Одновременно с этим прошу вас не забывать о значимости продуктов питания, производстве кормов для скота, волокнах и топливе. Что с этой точки зрения означает производство волокон?

Как я уже говорил, в Европе произошли значительные изменения. Однако конкуренция обостряется, и наши конкуренты приглашены на этот конгресс. Я должен признаться — они не сидят на месте. Конкурирующие страны тратят огромные суммы денег, и если вы внимательно слушаете доклады сегодняшней утренней сессии, то вы можете придти к выводу, что сложности с получением инвестиций они не испытывают. Я бы не стал столь категорично настаивать на доступности средств, но ситуация складывается так, что с финансированием дела становятся все более привлекательными. Возьмем, например, наших друзей и конкурентов из США. Ответим на вопрос: каковы объемы инвестиций в США в производство биотоплива второго и третьего поколения. Более того, если посмотреть на успехи в развитии технологии получения биотоплива, то, что мы называем био-НПЗ, то мы в Европе идем в том же направлении,

что и наши коллеги из США, однако они значительно опережают нас в том, что касается лабораторных исследований и строительства пилотных установок. То есть, это область, где мы, европейцы, существенно отстаем. И я надеюсь, что, опираясь на огромный потенциал России, именно здесь мы можем найти значительное поле для взаимовыгодного сотрудничества между европейскими и российскими учеными.

Я не буду останавливаться на объемах инвестиций в таких странах, как Китай, Бразилия или Индия. Эти цифры весьма высоки, и я уже сегодня слышал в докладе нашего китайского коллеги, что в настоящий момент около 500 тыс. китайских научных работников проходят стажировку в США и, скорее всего, большая их часть вернется в Китай. К этому факту мы в Европе должны относиться очень внимательно и должны следить за меняющейся ситуацией.

Теперь разрешите мне перейти к вопросу, что Европа делает в настоящий момент в области развития стратегии науки о жизни, биотехнологии. Европа разработала прекрасные подходы, которыми пользуются в ряде других стран мира. Я с удовольствием сообщу некоторые факты, которые за последние несколько месяцев были озвучены Европейским Союзом. Они касаются ряда уязвимостей и слабых моментов, с которыми европейцам придется разобраться. Например, европейцы должны более сосредоточенно работать в области общественных и частных научно-исследовательских работ, для того чтобы провести их объединение и улучшить координацию среди отдельных европейских государств. И именно этим занимается Совет Европы. Переходя на более низкий уровень, в каждом государстве Европы необходимо разобраться, чем занимаются отдельные регионы страны. Сегодня мы уже слышали о необходимости поддержки научно-исследовательских работ в Земле Северный Рейн-Вестфалия. Прозвучали призывы к поддержке опытно-конструкторских работ и создания прототипов установок. В этой области я также считаю, что существует возможность подключить наших коллег из Российской Федерации для развития перспективных рыночных инициатив.

Далее мне хотелось бы обратить ваше внимание на еще один широко распространенный термин, который имеет глубокий смысл. Это продукты, основанные на биотехнологии. И это тоже результаты биоэкономики, основанной на знаниях. Следует отметить, что год назад США и Европа договорились по вопросу тесной кооперации на так называемом научном базисе по созданию плана работ в направлении развития продуктов питания,

основанных на биотехнологии. В настоящий момент представляется, что эта инициатива неизвестна многим из вас, и я хотел бы привлечь ваше внимание к этому моменту, поскольку такие работы дополняют друг друга в области исследований живых процессов, совершенствовании биотехнологии в областях, где доминирует биоэкономика.

Это плавно подводит нас к вопросу опережающих рыночных инициатив. Я могу сказать, что концепция интернета была разработана в Женеве. Широко популярный твердотельный музыкальный плеер в формате MP3 был изобретен в институте в Германии. Факсовый аппарат был впервые изобретен крупной германской компанией. И я могу продолжить перечисление таких открытий и дальше, но отмечу лишь, что коммерческие продукты, основанные на этих изобретениях, были предложены рынку отнюдь не европейскими компаниями. В настоящий момент Европейский Союз делает все возможное, чтобы разорвать такую порочную практику. Европейский Союз и Европейская комиссия прилагают большие усилия для того, чтобы выявить так называемые перспективные рыночные направления или внедриться на опережающие рынки. Я с удовольствием отмечаю, что на ряде направлений Европа динамично внедряется в эти перспективные рыночные ниши. И одна из шести областей, в которых концепция перспективного рынка становится все более важной в Европе, связана с продуктами питания, основанными на биотехнологиях. Европейская комиссия намерена тесно работать в направлении устранения вероятных препятствий по распространению биотехнологических продуктов. Стоит вопрос: как наиболее гармонично предложить их потребителям, или каким образом произвести разработку стандартов на эти продукты, или разработать стандарты, запрещающие применение тех видов продукции, которые не прошли сертификацию. Вероятен подход, основанный на формировании привлекательных политик снабжения продуктами питания, которые созданы на основе биотехнологии. И таких возможных сценариев развития ситуации можно привести немало.

Следует также обратить внимание, что анализ перспективных рынков обнаружил два или три крупных различия. Эти различия характерны для Европы. Первое различие заключается в населении. Европейцы как потребители весьма осторожны в своем выборе. Их психология напоминает психологию фермера, который сторонится тех вещей, которые ему неизвестны. Из-за этого восприятие общественностью новых продуктов затягивается. Население не имеет представления о тех свойствах, которыми наделены новые продукты. Про-

зрачность рынка, особенно на первоначальных стадиях продвижения новых продуктов, оставляет желать лучшего. Ситуацию осложняет и тот факт, что, как я уже сказал, в Европе не хватает пилотных и демонстрационных установок, на которых можно было бы в небольшом объеме производить новые продукты, для того чтобы продемонстрировать их вероятным потребителям.

Таким образом, биоэкономика контролируется с обеих сторон ситуацией с передовыми рыночными инициативами, и Европейская комиссия делает все возможное для того, чтобы улучшить ситуацию в перспективе. Могу сказать, что наиболее влиятельный человек в Европейской комиссии, который в свое время был крупным государственным деятелем Словении, господин Янеш Поточник, собирается лично руководить этой работой. И я не сомневаюсь, что развитие здесь будет достаточно динамичным.

Что же можно сказать по поводу развития биоэкономики и ограничивающих механизмов, которые сдерживают ее рост в последние 2–3 года в Европе? Вместе со своими коллегами я изучал документы стран-членов Европейского Союза. И мы выявили несколько практических моментов и примеров, которые я могу здесь привести. Мы пришли к выводу, что существуют три составные части этого процесса. Первый момент связан с тем, что большое число европейских стран использует интегральный подход к знаниям, то есть то, о чем говорил наш китайский коллега. Эта интегральная концепция способствует развитию стратегии, которая поднимается на разные уровни интеграции в конкретных европейских странах. К этим странам я могу причислить Австрию, Бельгию, Германию, Ирландию, Нидерланды и Турцию. С другой стороны, есть ряд стран, в которых не сформирована основная интегральная стратегия, однако существует ряд политик, которые с ней связаны. Эти политики нацелены на развитие биоэкономики, основанной на знаниях, и в рамках этих политик ведутся научно-исследовательские и промышленные разработки. Среди этих стран такие, как Франция, Швеция, Великобритания, Чехия. Есть и третья группа стран, в которых не ведется конкретных работ, связанных с биоэкономикой, основанной на знаниях. И хотя эти страны еще не приступили к работам, они отдают себе отчет в последствиях затягивания их начала и признают важность формирования политики в этой области и потенциал результата. К этим странам относятся все остальные европейские страны.

Теперь я хотел бы перейти к обсуждению практических вопросов. Как известно, Федеральное Прави-

тельство Германии председательствовало в Европейском Союзе в прошлом году. В первом полугодии 2007 года Германское Правительство достаточно активно продвигало документ, который называется «Кельнское соглашение». Этот документ можно найти в интернете, и я советую вам с ним ознакомиться. В документе говорится, что он имеет большое влияние на формирование идеологии и на интеллектуальный прогресс во всей Европе в деле распространения концепции, заявленной в документе. Но более важным мне представляется практическое использование этого документа, который содержит многочисленные призывы по предложениям от конкретных государств в отношении концепции, именуемой биоэкономикой. Совершенно очевидно, что документ придает биоэкономике приоритетное значение. Этот документ был подкреплен технологической инициативой с финансированием со стороны Федерального Правительства Германии в объеме 6 миллиардов евро. Данная работа непосредственно связана с инициативой в области биоэкономки, основанной на знаниях. Более того, существуют планы по созданию Национального консультативного совета по развитию биоэкономки, который, как предполагается, будет подчиняться непосредственно канцлеру. Но это вопросы будущего.

Разрешите теперь представить вам несколько примеров того, как четкие предложения, которые я только что упомянул, переходят в практическую плоскость с финансированием в объеме от 250 до 300 миллионов евро. Причем, эти суммы были потрачены в течение последних 12 месяцев. Они пошли на совершенствование сети обмена информацией в области работ по совершенствованию сельского хозяйства и производству продуктов питания. Кстати, это был первый случай, когда Федеральное Правительство Германии за последние 10 лет профинансировало научно-исследовательские работы в сельском хозяйстве. И этот момент является уникальным. Я не могу не обратить на него внимание. Все только и говорят, что нам нужно сделать это или то. И тем не менее работы по сельскому хозяйству и, в частности, систематические научно-исследовательские работы в сельскохозяйственной области сокращаются в объеме во всем мире, и Европа в этом смысле не является исключением. Из этой тенденции существуют лишь немногочисленные исключения.

Далее необходимо упомянуть необходимость проведения работ в биоэнергетике и в промышленной биотехнологии. Существуют интересные наработки и конкретные предложения по индустриальным исследованиям в области генетики микроорганизмов. Предполагается, что

такие работы перейдут на биологические системы, однако лишь немногочисленные исследования связаны с темой устойчивого производства ресурсной базы. Хотя идут определенные работы по созданию трехсторонней кооперации в данной области по формированию прогрессивных технологий для развития биотехнологии растений. Они также ведутся под эгидой биоэкономки, основанной на знаниях. И, наконец, тот момент, который именуется кластерной конкуренцией. Слово «кластер» довольно часто используется сегодня. Это слово уже прозвучало сегодня утром, и нам следует осторожно подходить к его использованию или четко себе представлять, что оно означает. Нам следует постоянно наполнять термины их правильным содержанием.

Таким образом, мне кажется, что я показал вам то непосредственное взаимодействие между национальными и региональными областями экономики, которое уже реализуется. Эта работа ведется в ряде европейских стран. Она является важным индикатором применения на практике концепции КВВЕ (Knowledge-Based BioEconomy) в научно-исследовательских работах. Я с удовольствием отреагировал на информацию о том, что Федеративные земли Германии приступили к инвестициям в данные научно-исследовательские области на региональном уровне, что дополняет те моменты, о которых я только что говорил и к которым я привлекал ваше внимание. Но не следует также забывать, что по мере движения вперед по этой дороге необходимо постоянно совершенствовать процесс обучения и повышения квалификации. Если образовательный момент будет упущен, то, скорее всего, вы не достигнете поставленной цели. Дело в том, что движение вперед по пути биоэкономки, основанной на знаниях, представляет собой сложный процесс, включающий в себя получение новых сведений в области нано-, инфо-, когни- и иных новых научных направлений, причем эти знания должны выходить на инженерный уровень понятий. И успеха можно добиться только в том случае, если значительные усилия используются на обучение, подготовку и повышение квалификации преподавательского состава, аспирантов и студентов; причем, этот процесс должен развиваться на всех уровнях параллельно. В случае, если такая работа не ведется, я с сожалением должен признать, что ваши усилия не приведут к решению поставленных целей. Дело в том, что движение вперед по пути биоэкономки, основанной на знаниях, приводит к новому комплексу научно-исследовательских задач, который должен решаться совершенно новыми кадрами из научно-исследовательской области, которые вы сами должны вырастить, с постоянным совершенствованием

процесса преподавания и необходимой мотивации, принося постоянно новые знания в весь цикл обучения. И именно поэтому я считаю крайне необходимым обращать постоянное внимание на такие вещи, как совершенствование и гармонизация программ обучения и повышения квалификации в университетах, а также в научно-исследовательских центрах, которые работают за пределами университетской среды.

И, наконец, я хотел отметить еще одну особенность научно-исследовательской работы в Европе — это формирование общеевропейских сетей обмена знаниями, или евронетов. Научно-исследовательская работа в Европе формируется на основе обмена информацией по этим сетям. Мы приглашаем наших российских коллег подключиться к сетям обмена данными и надеемся, что они внесут свой весомый вклад в формирование общей базы знаний. Фактически наши российские коллеги уже чувствуют, что они являются частью и действующим лицом пейзажа европейских научных исследований; более того, российские ученые формируют один из центров в Европе, где проводятся ключевые исследования. Исследования российских ученых в области биоэнергетики, индустриальной биотехнологии, генетики растений соответствуют стандартам евронета и отвечают требованиям биоэкономики, основанной на знаниях. Эти работы частично финансируются из региональных бюджетов и национальных бюджетов стран-участниц Европейского Союза.

Теперь я хотел бы обсудить ряд моментов, связанных с моей работой в Земле Северный Рейн-Вестфалия. Я хочу дать вам несколько советов, как построить региональную работу в тех странах, в которых вы живете. Я рекомендую начать с анализа потенциальных возможностей. Разобраться в том, что сектора промышленности биологической экономики означают для всего вашего региона.

Используя Землю Северный Рейн-Вестфалия, можно утверждать, что в этом регионе производится 75% промежуточных химических препаратов всей Германии. Это составляет 30% от объема промышленной торговли и имеет положительное влияние на развитие биоэкономики, основанной на знаниях. О чем говорят эти цифры? Я уже об этом говорил, но повторю еще раз. Если вы не инвестируете в указанной области, то, скорее всего, вы не воспользуетесь представившимися возможностями. Вы

потеряете большую часть ресурсов и потеряете позицию на рынке, так как вас обойдут ваши конкуренты.

Конкретные виды деятельности, которые ведутся в Германии, для того чтобы внедрить описанную систему в практику, осуществляются через инфраструктуру кластеров. Региональные кластеры напоминают собой научно-исследовательские центры в Китае. Объединенные каналами обмена информацией по интернету, они работают как единое целое. То есть, несмотря на разное географическое положение и различные административные структуры, научно-исследовательская работа в этих центрах ведется параллельно, и эти центры взаимно дополняют друг друга. Также мы обратили внимание на ситуацию в различных регионах, где ведутся биологические исследования. Этих регионов порядка 7–8. Они также объединены в общую структуру, что позволяет им говорить на одном научном языке, проводить оперативный обмен информацией по каналам связи, загружать полученные результаты на интернет-портал и взаимодействовать с местными агентствами по вопросам практического применения полученных технологических результатов. И, наконец, должна быть создана единая структура для координации в виде координирующего офиса. Это было реализовано в Германии в Земле Северный Рейн-Вестфалия, и именно в таком офисе я работаю.

Таким образом, я дал несколько практических советов, хотя их список можно составлять до бесконечности. Но я остановился на самых общих и указал лишь на некоторые направления, которые нельзя оставлять без внимания. Конечно, я не призываю к тому, чтобы вы копировали наш опыт, однако хочу обратить ваше внимание на те трудности, с которыми мы сталкивались и которые могли замедлить наше движение вперед в деле практического применения этой новой концепции биоэкономики, основанной на знаниях.

На этом я хотел бы закончить и поблагодарить организационный комитет за то, что он пригласил меня на этот конгресс, а также выразить признательность всем моим коллегам. Надеюсь, что сегодня и завтра мы успешно поработаем и проведем интересные дискуссии.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

РОЛЬ БИОТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РОСТЕ КИТАЯ – ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

ИН ЛИ*

*Институт микробиологии, Китайская академия наук,
Пекин, КНР*

Я рад, что меня пригласили на этот конгресс. За это я бы хотел поблагодарить организационный комитет и председательствующего на данном заседании за возможность выступить от лица Китайского биотехнологического общества. Сегодня я намереваюсь рассказать вам об успехах развития биотехнологии в Китае. И я хотел бы обратить внимание на промышленную биотехнологию, потому что биотехнология — это настолько широкая область деятельности, что ее обзор трудно уместить даже в 30-минутную лекцию. Я работаю в Институте микробиологии. Это один из многочисленных научно-исследовательских институтов Китайской академии наук. Китайскую академию наук я буду обозначать сокращением КАН (или по-английски CAS).

Я хотел обсудить с вами особенности развития экономики Китая и причины, по которым биотехнологии отводится ведущая роль. Необходимо подчеркнуть роль, которую играет Китайская академия наук в секторе биотехнологии и конкретно — в области промышленной биотехнологии, и как происходит развитие биотехнологической индустрии. В завершение лекции я хочу поделиться впечатлениями от создания нового биотехнологического научно-исследовательского центра в Тяньцзине. Географически Тяньцзинь расположен вблизи от столицы Китая Пекина. Это еще один научно-исследовательский центр Китайской академии наук. И в завершение я затрону тему общего содействия со стороны Китайского Правительства делу развития биотехнологии и расскажу о перспективах развития биотехнологической области.

Нам всем известно, что основой развития современного промышленно развитого общества явля-

ются ископаемые ресурсы. Можно сделать вывод, что ископаемые ресурсы дают нам энергию, и они также являются сырьем для производства индустриальных промышленных органических материалов. Без преувеличения ископаемые ресурсы — это 99% сырьевой базы для производства ежедневно потребляемых продуктов. Не только Китай, но и весь мир ощущает сегодня недостаток ископаемых ресурсов, однако в Китае проблема стоит особенно остро. Китай — крупная страна, но на нашу долю приходится 2% запасов ископаемых ресурсов; наша экономика растет стремительными темпами, и нам необходимо ежегодно импортировать 160 миллионов тонн нефти.

Наша зависимость от импорта составляет 47%, а в ближайшее время эта цифра может достигнуть и 60% к 2015 году или раньше. Экономика нашей страны растет быстро, тем не менее мы все еще считаем себя самой крупной развивающейся страной мира. С точки зрения суммарного потребления и использования ископаемых ресурсов, Китай — самая крупная страна мира. Из-за высокого народонаселения страны доля ископаемых ресурсов на душу населения является существенно меньшей по сравнению со средней величиной во всем мире, то есть в Китае имеется явный дефицит ископаемых и энергетических ресурсов.

Поскольку экономика в Китае ускоренно развивается, остро стоят и вопросы загрязнения окружающей среды. Необходимо решать проблемы, связанные с загрязнением воды, атмосферы, накоплением твердых отходов и т.д. Исходя из этого, Китайское Правительство в 2005 году разработало национальную стратегию, или национальный план научно-технологического развития на среднесрочную и долгосрочную перспективу, охватывающий период с 2006 по 2020 гг. (табл. 1).

В этом плане описана стратегия развития национальной экономики. Весь план разбит на восемь стратегически важных высокотехнологичных областей,

* Автор для переписки:

© 2008 г. Yin Li

Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences (IMCAS), Beijing, People's Republic of China

E-mail: yli@im.ac.cn

Таблица 1

Восемь стратегических высокотехнологичных областей Китая

№ п/п	Наименование области
1	Биотехнология
2	Информационные технологии
3	Технологии новых материалов
4	Передовые производственные технологии
5	Передовые энергетические технологии
6	Океанские технологии
7	Лазерные технологии
8	Космические технологии

и биотехнология считается самым главным и приоритетным направлением развития. За ней идут информационная технология, развитие технологии по получению новых материалов и т.д.

Биотехнологический сектор стратегии включает в себя все научно-исследовательские работы по биотехнологии, начиная с таких, как работы по медицине и по выведению новых растений, и кончая промышленной биотехнологией. Уже из этой программы следует, что правительство придает промышленной биотехнологии стратегически важное значение (табл. 2).

Таблица 2

Приоритетные направления биотехнологии в Китае

№ п/п	Название направлений биотехнологии
1	Биомаркеры патологических мишеней
2	Животноводство и растениеводство
3	Молекулярная медицина
4	Генная и белковая инженерия
5	Тканевая инженерия, основанная на стволовых клетках
6	Промышленная биотехнология нового поколения

Следует сказать, что Китай — это страна, где биотехнология использовалась достаточно давно. Первые успехи в осаждении соевого белка для получения блюда тофу датированы 221 годом до н.э. Также были

разработаны технологические подходы к обработке льна за счет анаэробных бактерий в 200 году до н.э. Кстати, они до сих пор успешно используются в текстильной промышленности. В X веке н.э. впервые в Китае была разработана вакцина против оспы.

Достигнуты успехи в современной фармацевтической биотехнологии: здесь работают более 300 компаний — не столь много, как в промышленно развитых странах, где производятся биофармацевтические препараты с помощью генной инженерии. Функционируют 20 биотехнологических парков. Генетически модифицированные белки используются для производства вакцин. Освоено промышленное производство 21 препарата и вакцин.

Проведено более 150 клинических испытаний белков и препаратов, которые привели к получению новых препаратов, разработка которых находится на различных стадиях. Каждый пятый препарат принадлежит к классу 1 новых препаратов, а если рассматривать ситуацию под углом валового национального продукта, то это сегмент экономики дает более 100 миллиардов юаней. Кажется, что не столь много, однако это в 100 раз больше, чем 15 лет назад.

Китайские компании участвовали в работах по расшифровке генома человека, и была проделана работа в объеме 1%. Как известно, работы были завершены в 2000 году. Под эту программу был открыт научный центр генных исследований, который является пятым по величине в мире. В этом центре были проведены генные исследования риса и других важных культур. Ученые выявили гены, которые отвечают за развитие генетически обусловленных заболеваний. Средняя продолжительность жизни в Китае выросла почти в два раза за 60 лет. Естественно, такой скачок продолжительности жизни не объясняется только успехами биотехнологии, однако вклад биотехнологии является несомненным.

Сельскохозяйственная биотехнология в Китае также достаточно широко распространена, и здесь уместно вспомнить об успехах выведения гибридного риса. Этот успех особенно важен для Китая — очень большой страны с огромным населением. Разработаны и используются стандартные подходы к получению гибридов риса, для того чтобы повысить урожай. Новые технологические приемы выращивания генно-модифицированного риса широко используются в более чем 20 странах, в основном в Азии. За их счет, согласно статистике, дополнительно снимается урожай в 350 миллиардов килограммов риса.

Правительство стимулирует активные работы в области трансгенных растений под жестким контролем

регулирующих органов. Было подано, рассмотрено и одобрено более 1000 патентов. Получены виды трансгенного хлопка, которые противостоят распространенным болезням, и это привело к увеличению объемов выращиваемого хлопка в эквиваленте 5 миллиардов юаней, или 15 млрд. руб.

Переходя теперь к промышленной биотехнологии, я хочу сказать, что она имеет две функции. Одна функция — это использование биомассы в качестве сырья для производства химикатов, фармацевтических препаратов, а другая — использование биомассы в биопроцессах с применением ферментов в таких отраслях промышленности, как текстильная промышленность, горная промышленность, для повышения нефтеотдачи, использование таких препаратов для борьбы с загрязнением окружающей среды и т.д. Если оперировать цифрами, то в Китае работает более полутора тысяч компаний, и сбыт их предприятий превышает 130 миллиардов юаней. Порядка 20% общего промышленного продукта приходится на эти предприятия, которые довольно стремительно растут: промышленный рост превышает 10% в год. Если говорить о продуктах и промышленной биотехнологии, то можно упомянуть широкую инфраструктуру производства пива, глутаминовой кислоты, лимонной кислоты, витамина С. На эти продукты приходится основная доля промышленных мощностей. Однако у нас есть и другие продукты, которые производятся по схемам ферментации и биокатализа, и их число постоянно растет.

Роль Китайской академии наук особенно значительна в области развития биотехнологии. Надо сказать, что Китайская академия наук была создана сразу после основания Китайской Народной Республики. Первоначально организационная структура Китайской академии наук напоминала структуру Российской академии наук и осуществляла аналогичные подходы к научным исследованиям. Несмотря на внешнюю схожесть организационных структур Китайской академии наук с РАН, в Китае есть выделенные направления биологических исследований и отделение биотехнологии, которое руководит всеми научно-исследовательскими программами в области биотехнологии. Китайские университеты также имеют аналогичную структуру. В составе университетов есть факультеты биологии и биотехнологии. Следует отметить, что сектор биотехнологии играет в Китайской академии наук ключевую роль.

КАН состоит из 92 институтов, где работает научно-преподавательский состав порядка 44000 человек, включая аспирантов и выпускников университетов. 13000 — это старшие научные сотрудники, а 31000

сотрудников непосредственно занимается научно-исследовательскими работами. Вместе со студентами общая численность достигает сотен тысяч человек. В структуре КАН есть профильные научно-исследовательские университеты. Здесь осуществляют дипломные работы студенты и ведут работу аспиранты. Пожалуй, самым главным в таких научно-исследовательских центрах является стимул к созданию исследовательских компаний. И в качестве примера можно привести компанию Ленова Групп. Она была основана 10 лет назад при Институте вычислительной техники. После того как Ленова Групп выкупила у IBM бизнес по изготовлению портативных компьютеров, ее оборот превысил 5 млрд. евро. Сейчас Ленова Групп входит в число передовых компаний по производству компьютеров. Этот пример демонстрирует содействие бизнесу со стороны КАН и участие Китайской академии наук в работе коммерческих предприятий.

Чтобы дать вам представление о географии научно-исследовательских центров по территории Китая, я хочу сообщить, что у нас 46 институтов в самом Пекине, в столице. Большой научно-исследовательский центр построен в Тяньцзине, к востоку от Пекина, крупный центр находится в Шанхае, где работают многочисленные представительства западных компаний. В Шанхае функционируют около 20 исследовательских институтов, а остальные работают в других городах Китая. Они содействуют развитию местной промышленности по всей китайской территории.

Очень важно отметить, что десять лет назад Китайская академия наук создала новую программу поддержки инновационной научно-исследовательской деятельности (КИР). Программа была сформулирована в 1998 году, ее цель — содействие кооперации по инновационным программам различных исследовательских структур как внутри страны, так и за рубежом. Еще одна задача программы заключается в модернизации научно-исследовательских институтов и совершенствовании КАН.

Причем, совершенствуется не только организационная структура академии, перемены затрагивают и основные научно-исследовательские направления на основе инновационных подходов. Главный акцент приходится на современные подходы и формирование передовых технологий. С точки зрения передовых технологий мы выделяем такие направления, как информатика, энергетика, космическая наука и нанотехнологии. В секторе развития биотехнологии можно выделить промышленную биотехнологию, науку о здоровье и медицину, а также содействие устойчивому развитию сельского хозяйства.

База развития промышленной биотехнологии основана на традиционных науках, которые содействуют развитию новых исследовательских направлений КАН. Если говорить о базе промышленной биотехнологии, то стоит задача усовершенствовать стандарты здоровья и содействовать развитию медицины с учетом результатов расшифровки генома. Для решения поставленных задач пришлось расширить состав исследовательских групп и организовать платформы по созданию инновационных технологий, а также разработать механизм передачи новых технологий в промышленность. Последнее было непростой задачей, так как я уже отмечал, что КАН нацелена на осуществление только фундаментальных исследований. А база развития промышленной биотехнологии основана на развитии инновационных технологий. Во-первых, это развитие ресурсной биологии, которая включает в себя диапазон исследования от геномики, метаболомики до создания ферментов. Далее идут растения для производства биотоплива. Нас интересуют вопросы биотрансформации, биокатализа, для того чтобы синтезировать химические соединения, которые имеют высокую добавочную стоимость. Затем выполняется работа по зеленым процессам — я уже говорил, что мы рассматриваем такие процессы как базис для замены традиционных химических процессов. Нас интересуют лигноцеллюлозные материалы с точки зрения создания биотоплива. Перед нами стоит задача использования лигноцеллюлозы и преобразования других химических компонентов, таких как биохимические соединения. Цель заключается в постепенной замене традиционных препаратов в химической промышленности.

Направление биофармакологии должно разработать технологию переработки биомассы. Мы рассматриваем и метаболический инжиниринг и биопроцессы — то есть те направления, которые должны включаться в разработку технологии ферментации и воздействия на микроорганизмы на заключительных стадиях промышленных процессов.

Таким образом, видно, что указанная работа в основном направлена на совершенствование научных подходов, и по ее окончании весь цикл создания новых технологий окажется завершенным.

Важно понять, как работает рассмотренный виртуальный базис проведения научно-исследовательских работ. Именно этим и занимаются научно-исследовательские центры КАН по всей территории страны. Если речь идет об осуществлении крупного проекта по базе промышленной биотехнологии, то часть средств на его осуществление будет поступать из бюджета Китайской

академии наук, и такие работы включают в себя работу по растениям для производства биотоплива, например, биоэтанола. К данным работам подключается Институт ботаники в Пекине, другие ботанические сады, например, в Гуань-Чжоу. Решение задачи начинается с ответа на вопрос, какое растение является наиболее перспективным. Причем, это не обязательно растение, произрастающее на территории Китая. Это может быть растение из юго-азиатского региона. Главное, чтобы оно было наиболее перспективным с точки зрения целлюлозы. Далее осуществляются исследовательские работы, связанные с модификацией целлюлозы, лигноцеллюлозы и целлюлозосодержащих материалов; в основном эти работы ведутся в академических центрах. Полученные таким образом семена растений-кандидатов поступают в Институт микробиологии, в котором работаю и я. Перед нами ставится задача поиска наиболее эффективных микроорганизмов для переработки перспективных растений в ферментируемые сахара или другие химические соединения. К нашей работе подключается Технологический институт, где разрабатываются технологические приемы переработки. Институт физики проводит детальный анализ разработанной технологии и разрабатывает аналитические методы сопровождения процессов. Генный институт, обогащенный опытом работ по геному человека, расшифровкой геномов домашней птицы и риса, может нацелить всю свою мощь на расшифровку геномов растений, если задача будет стоять именно так. А в Институте биофизики нам помогут провести синтез кристаллов белковых продуктов ферментов, если она будет нам представляться интересной.

Такой пример иллюстрирует роль Китайской академии наук в проведении исследований и в формировании научно-исследовательских групп, в подключении различных институтов и академических кругов для решения задач развития национальной промышленности.

Интегрированное окружение полученных данных формируется под эгидой КАН в том случае, если ставится конкретная задача с недостаточной информационной поддержкой. В Китайской академии наук хранятся многочисленные базы данных, например, по геномной структуре.

В библиотеках КАН сохраняются многочисленные публикации, пресс-релизы и патенты. Академия обеспечивает к ним доступ, если при разработке новой технологии необходима опора на виртуальные знания. Поиск по таким базам данных дает ответы на вопросы о результатах сходных исследований других ученых в смежных областях. Базы данных объединяют не только

все китайские университеты, они также подключены к зарубежным исследовательским центрам.

Китайская академия наук разрабатывает стратегию, публикуются ежегодные отчеты. У нас есть веб-сайт под названием «Сайт Китайской Промышленной Биотехнологии». К сожалению, он оформлен на китайском языке. Но в настоящее время ведется работа над переводом на английский язык этого веб-сайта. Перевод будет сделан в ближайшее время. Публикуются еженедельные пресс-релизы КАН по промышленной биотехнологии. В них содержится не только информация из китайских научных центров, но и результаты, полученные нашими зарубежными коллегами. Помимо этого, печатается ежемесячная брошюра под названием «Динамика промышленного и экономического развития», где обобщаются материалы, вошедшие в еженедельные издания. Ежегодно публикуются отчеты Китайской академии наук. Сейчас вышел в свет отчет за 2007 год, готовится отчет за 2008 год. К работе над ежегодными отчетами привлекаются зарубежные эксперты, они дают независимую оценку результатов развития в области промышленной биотехнологии. На китайском языке публикуются узкоспециализированные материалы, относящиеся, например, к переработке целлюлозы. В них содержится информация о состоянии целлюлозно-бумажной промышленности в Китае и за рубежом.

Теперь я хотел бы рассказать вам о формировании нового научно-исследовательского центра в Тяньцзине. Он расположен достаточно близко к столице — Пекину. Тяньцзинь находится всего лишь в 100 километрах от него, на берегу Бохайского залива Желтого моря.

В некотором смысле повторяется история города Шень-Чжень, который находится рядом с Гонконгом. Так же, как и приморский Шень-Чжень, Тяньцзинь расположен вблизи моря. Первоначально оба города возникли как порты. После чего стали расти и превратились в современные города с развитой инфраструктурой. Пятнадцать лет назад в городе Шень-Чжень под руководством Правительства Китайской Народной Республики и при участии непосредственно Китайской академии наук началась организация научного центра. Построенный центр сделал город еще более привлекательным. Тяньцзинь, как и Шень-Чжень, оба являются прибрежными городами, и было решено превратить Тяньцзинь во второй город поддержки промышленного развития.

Несмотря на то, что в Пекине действуют 46 институтов академического подчинения, в Тяньцзине уже введено в строй восемь институтов КАН. Таким образом,

Китайская академия наук желает внести свой вклад в развитие местной экономики за счет формирования научно-исследовательского центра. Не последнюю роль играет тот факт, что в Тяньцзине действуют промышленные биотехнологические предприятия мирового класса. Исторически сложилось, что первые современные химические предприятия Китая были построены именно в Тяньцзине. То есть в Тяньцзине существует естественная ниша для развития научных исследований в области промышленной биотехнологии. Наш Институт микробиологии Китайской академии наук (IMCAS) находится в Пекине, и мы надеемся, что по мере становления академического научного центра в Тяньцзине объем наших научных исследований также расширится.

Академический научный центр в Тяньцзине (ТНВС) был построен примерно год назад. Документ о завершении работ был подписан бывшим вице-президентом КАН г-ном Жу Ченом. В настоящее время он занимает пост министра здравоохранения Китая. В основном в центре акцент сделан на изучение вопросов биокатализа. Также нас интересует область исследования ферментов, биоресурсов, биохимия, технология производства биотоплива.

Мы планируем воспользоваться общими биотехнологическими подходами и видоизменить промышленно используемые микроорганизмы для развития концепции завода по изготовлению биологического топлива, разработать схемы производства химических веществ из биологического сырья. Параллельно мы планируем заниматься медицинской инженерией. Мы не собираемся работать с тканями и стволовыми клетками. Нас больше интересует развитие биотехнологии для производства стволовых клеток для дальнейшего использования в медицине и биоматериалов для использования в медицине, в генетических исследованиях, в исследованиях пробиотических материалов и для изготовления лекарственных препаратов. Как видите, подход к планированию исследовательской деятельности базируется на платформе системной биотехнологии.

Среди недавних исследовательских проектов находятся и работы в области переработки целлюлозы, о которых я уже упоминал. Мы провели работы с коллекциями растений, начаты исследования по консолидированной разработке процессов получения лигноцеллюлозы, целлюлозосодержащих материалов и биоэтанола. В Китае имеется самая богатая коллекция растений и микроорганизмов.

Дело в том, что мы накопили обширную коллекцию не только термофильных микробных штаммов, но и не-

термофильных, и именно их мы собираемся использовать для получения биоэтанола. Также мы обращаем внимание на новые микроорганизмы, которые могут нам помочь в разработке этой перспективной технологии. В качестве примера я хотел бы упомянуть о конкретных термофильных микробах, которые можно использовать для разработки процесса. Используя их и просматривая другие штаммы, мы надеемся, что нам удастся разработать целлюлозную технологию для получения биоэтанола.

В течение многих лет Институт микробиологии КАН играл важную роль в деле развития процессов ферментации в китайской промышленности. Следует упомянуть, что двухэтапный процесс ферментации был разработан именно в нашем Институте микробиологии. Мы передали лицензию на этот процесс в Россию в 80-е годы. Это обошлось нашим заказчикам в 5,5 миллионов долларов, и это, пожалуй, самая крупная сделка в области передачи научной технологии в истории современного Китая.

Заканчивая мой рассказ о новом научном центре в Тяньцзинь, я хотел бы подчеркнуть еще раз ту роль, которую играет Китайская академия наук в этом процессе. Она предоставляет финансовые ресурсы, предоставляет репутацию, для того чтобы привлечь к работе в ТИВС ведущих специалистов со всего мира, подключить к работе китайских специалистов и придать международный статус этому научно-исследовательскому центру. По этому же сценарию Китайская академия наук действует и в университетах и других научно-исследовательских центрах, причем, помощь осуществляется со стороны КАН до тех пор, пока разработка технологии не перейдет в стадию коммерческого успеха. Местная администрация оказывает научно-исследовательским центрам большую помощь, выделяет кредиты, предоставляет площади для строительства, обеспечивает людские ресурсы, привлекает, в случае необходимости, специалистов других территорий. Оценки показывают, что порядка 500 тысяч научно-исследовательских работников из Китая в настоящий момент работают в исследовательских центрах США. И, как показывают опросы, они планируют вернуться в Китай, потому что на родине создаются более привлекательные условия работы по сравнению с работой за рубежом. Более того, такие вновь построенные научные центры, как ТИВС, рассчитывают на рост за счет взаимного обмена и сотрудничества с другими научными центрами всего мира, причем, к работе планируется подключать предприятия, коммерческие фирмы не только из Китая, но и из других стран. Начало положено, но мы рассчитываем, что появятся и дополнительные источники

финансирования, за счет которых вновь построенный научный центр будет развиваться еще больше.

Вот так выглядит Научно-исследовательский центр в Тяньцзинь, который был построен в сентябре 2007 года в Китае (рис. 1). В данный момент мне кажется, что это самый лучший научно-исследовательский центр в Китае. Мы надеемся, что ученые из других стран будут приезжать и работать в этом центре. Мы получаем многочисленные заявки от международных компаний, которые хотели бы присоединиться к научно-исследовательской работе во вновь построенном центре и хотели бы открыть свои исследовательские лаборатории на территории научно-исследовательского центра, который работает в Тяньцзинь и подчиняется Китайской академии наук.

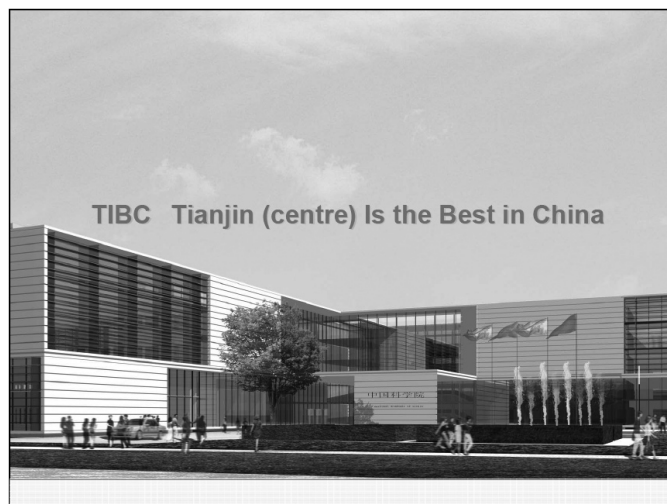


Рис. 1. Научно-исследовательский центр в Тяньцзинь

В завершение своей лекции я бы хотел сказать несколько слов о росте научных исследований Китая и высказать мнение о том, что, как мне кажется, наука в Китае находится на подъеме. Журнал «Science» сообщает, что вклад китайских исследователей в научные исследования является третьим. Мы идем на третьем месте после США и Японии. За последние пять лет темпы научно-исследовательских работ в Китае выросли на 18%, при том, что рост аналогичных показателей в США и Европе составил порядка 3%. С другой стороны, если учесть высокое народонаселение Китая и финансовый показатель в расчете на душу населения, то этот показатель в Китае остается на низком уровне.

На Национальную научную ассоциацию Китая возложена функция содействия росту китайской промышленности со стороны научных кругов. Именно эта ассоциация обязана поддерживать устойчивый рост

Китая в будущем. Комментируя цифры, я хотел бы подробнее рассказать о механизмах финансирования, осуществляемого данной ассоциацией. Это независимое агентство, которое имеет свой бюджет. Для получения финансирования научно-исследовательские группы могут обращаться в Национальную ассоциацию Китая по направлениям биологических наук и по направлению химических наук. Более того, Национальная научная ассоциация Китая имеет широкие международные контакты и связи. Эти контакты установлены с другими научными организациями в других странах.

В свою очередь, Министерство науки и техники Китая отвечает за программы модернизации промышленности. Принята также общенациональная научно-техническая программа, которая охватывает многочисленные научные направления и имеет достаточно емкое финансирование. Также есть Национальная вспомогательная программа развития науки и техники. В основном она финансирует работы, которые относятся непосредственно к развитию науки и техники Китая. Эта программа была принята в марте 1997 года. Национальная программа развития науки и техники была принята в марте 1996 года, она имеет достаточно большое финансирование. В рамках программы финансируются 863 научно-технологических проекта. Эта программа проводится под руководством Китайского Правительства, и в ее рамках развиваются перспективные направления промышленной биотехнологии Китая. Ведутся работы по развитию новых инновационных подходов к индустриальной биотехнологии. Они также включены в 863 проекта, которые финансируются по линии общекитайской научно-технической программы развития.

Таким образом, после завершения фундаментальных исследований в рамках программы финансирования Национальной научной ассоциацией результаты передаются на другой уровень, где уже происходит развитие соответствующих технологий. Параллельно Министерство науки и техники стимулирует бизнес-круги подключиться к работе в указанных направлениях. Бизнес может подать заявку и получить финансирование по указанным научно-техническим программам. Такая структура проведения и финансирования работ обладает, как нам кажется, большими перспективами для Китая, для России и для всего мира.

Мы считаем, что вклад в развитие биотехнологии за счет содействия развитию промышленности и биотехнологии — это стратегическая цель, по крайней мере, для Китая. Ту же цель, как нам представляется, преследуют и многие другие страны.

Нужно отметить, что в Китае мы имеем достаточно широкое разнообразие биоресурсов. Китай характеризуется емким рынком, и у нас накоплен опыт в деле коммерческого подхода в реализации научно-технических программ.

В Китае много талантливых ученых. Это демонстрируется ростом количества публикаций китайских авторов. За последние 50 лет существенно растет число публикаций в международных журналах по направлениям биологии и биохимии.

Следует отметить, что большая часть работ напечатана специалистами, которые в настоящее время работают за рубежом, но, как мы ожидаем, они в скором времени вернутся в Китай и будут представлять собой ту мощную силу, которая даст очередной импульс развитию науки в Китае. Наша стратегическая цель на перспективу заключается в том, чтобы к 2020 году объем продаж биотехнологических продуктов достиг величины от 1,5 до 2 триллионов юаней.

В настоящее время ведется работа по формированию политики, которая содействовала бы возвращению китайских ученых из-за рубежа. В рамках этой политики будет осуществляться стимулирование коммерческих предприятий; также будут расти инвестиции в расчете на душу населения, причем, не только в научно-технические разработки, но и в небольшие компании, которые производят конечную продукцию.

Как я уже сказал, мы уже ощущаем тенденцию возвращения талантливых специалистов в Китай и разрабатываем научно-технические центры, которые отвечают мировым стандартам. Решаются вопросы биологической безопасности, растет объем международной кооперации и расширяются международные программы обмена учеными.

Это — основные предпосылки грядущего роста. Китай достиг значительных успехов в области промышленной биотехнологии. Это подтверждается ситуацией на рынке, устойчивым развитием промышленности, и мы из большой страны постепенно превращаемся в сильную страну.

Мы надеемся, что Китайская академия наук продолжит руководство работой по установлению надежных связей с университетами и научно-исследовательскими организациями во всем мире, для того чтобы взаимовыгодное сотрудничество пошло на пользу развития китайской науки.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА И ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ В ИНДИИ

СУБРАМАНИ РАМАЧАНДРАППА*

Компания Ричкор Лайфсайнсиз, Private Ltd.,
Бангалор, Индия

Мы уже с вами выслушали несколько докладов и просмотрели многочисленные слайды, на которых было показано, каких результатов достигла биотехнология. Мне кажется, что у нас складывается впечатление, что мы разбираемся в происходящем. И здесь уместно вспомнить историю, которую мне рассказали в школе, когда я учился. Эта история касается слона и семи слепых. Когда одного слепого подводят к слону и он касается какой-либо части животного, то он может сказать, что имеет дело со щеткой, если в руки к нему попался хвост. Другой человек, который наткнулся на ногу слона, утверждает, что это не что иное, как большая колонна. Третий говорит, что слон — это не что иное, как большой шланг для воды. И именно такая ситуация, на мой взгляд, складывается сейчас в биотехнологической индустрии.

Здесь также мы стараемся описать животное типа слона. По счастью, Индия является родиной слонов. И нам представляется, что работа в этом направлении приведет нас к впечатляющим результатам. Мой сегодняшний доклад будет касаться вопроса формирования государственной политики и приоритетов в области биотехнологии в Индии.

Далее я хотел бы коснуться стороны вопроса, связанной с бизнесом, и отметить те перспективы, которые открываются для предпринимателей, желающих подключиться к процессу.

Сегодня в биотехнологию направляется большие объемы средств, и получение средств, кажется, не является большой сложностью. Но вопрос остается открытым, попадут ли деньги в карманы предпринимателей, которые работают в сфере биотехнологии. Окончательной уверенности в этом нет. У нас еще будет отдельное заседание,

на котором будут обсуждаться вопросы, почему на Западе деньги вкладываются в эту область, и причины, по которым финансирование биотехнологических работ не производится. Дело в том, что большинство биотехнологических проектов находится в зоне высокого риска.

Хочу отметить, что 12 последних месяцев я как раз занимался поиском финансирования моих исследовательских программ среди индийских кругов. И надо сказать, что мой опыт в этой области был весьма печальным.

Биотехнологическая индустрия в Индии — это достаточно молодая область промышленной деятельности, но одновременно это и довольно интересная область промышленности, поскольку за 3 или 4 года своего существования доходы отрасли превысили 2 миллиарда долларов (рис. 1). Произошло это по одной конкретной причине: биотехнологическая промышленность в Индии не контролируется одним или двумя крупными игроками. Эта промышленность растет от самого нижнего, корневого уровня.

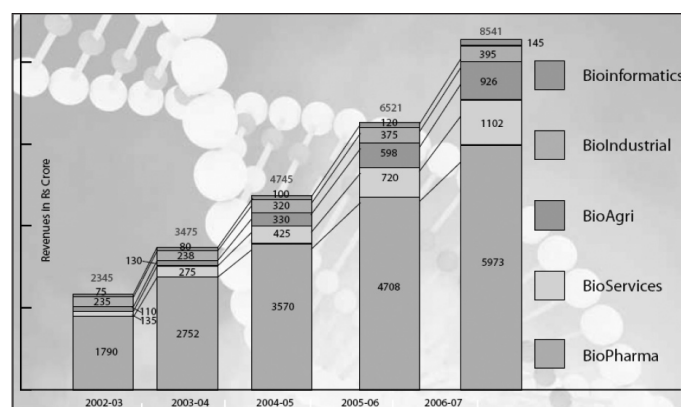


Рис. 1. Составные части биотехнологического рынка в Индии (в кротах: кроп — англ. «store», принятое в Ост-Индии название суммы денег в 10 млн. рупий. \$1 = 40–50 рупий).

Источник: Biospectrum 5th Survey

* Автор для переписки:

© 2008 г. Subramani Ramachandrappa,
Chairman & MD Richcore Lifesciences Pvt Ltd,
Bangalore, India

В какой-то мере процесс развития биотехнологии в Индии напоминает процессы ферментации. Все большее количество мелких и средних компаний вовлекаются в такой процесс. Эти компании обладают способностью быстрого маневрирования. Они своевременно реагируют на изменение ситуации, восприимчивы к инновациям, подчиняются местному руководству, и дают возможность крупным компаниям расти и развиваться. Причем, политика правительства стимулирует развитие промышленности в том же ключе. Правительство стимулирует мелкие и средние компании вырабатывать продукцию и получать знания, которые являются отправной точкой для роста глобального бизнеса.

Я уже сказал, что биотехнологическая индустрия в Индии невелика, но, что важно: более 60% прибыли от торговли в Индии приходится на экспортные операции. Не лучше обстоит дело и с внешней торговлей. Как представители страны с растущей экономикой, мы хотели бы равноправно участвовать в сценарии развития глобального бизнеса. И с этой точки зрения биотехнологии дают нашей стране определенную надежду.

Если вы посмотрите на различные направления развития биотехнологии в Индии, то ее использование в сельском хозяйстве занимает на рынке долю, стоимость которой превышает 1 млрд. долларов. Из этой доли более 61% приходится на экспорт, 39% продукции промышленности потребляется внутренним рынком. Если посмотреть на объем сельскохозяйственного производства, то можно сделать вывод, что эта часть индустрии является самым крупным рынком для Индии. 95% приходится на выработку продуктов питания и кормов для животноводства. Здесь вы также имеете дело с биоиндустрией, поскольку большой объем внутреннего рынка крайне важен для экономики.

Далее — биоинформатика. Индия очень часто гордится высоким уровнем развития компьютерных технологий и своими возможностями в области компьютерной техники. На этот вид промышленности приходится более 100 млн. долларов. Поэтому в биотехнологической промышленности происходит именно смыкание наработок био-технологов с наработками компьютерных компаний Индии, идет более тесная увязка различных деловых концепций, взаимообогащение технологий. И те компании, которые работают в области биотехнологии в Индии, многому учатся у своих коллег в области развития компьютерного бизнеса и формирования программного обеспечения.

В 80-е гг. Правительство Индии приняло решение сформулировать стратегию национального развития био-

технологии (табл. 1). В окончательном виде стратегия была одобрена парламентом только год назад. Все эти годы биотехнологическая промышленность решала массу вопросов, которые бы не возникли, если бы такая концепция была принята своевременно.

Таблица 1

Направления национальной биотехнологической стратегии Индии

№ п/п	Наименование направлений
1	<i>Межминистерский государственный комитет</i> - Самостоятельные агентства
2	<i>Инфраструктура</i> - Государственно-частное партнерство
3	<i>Развитие людских ресурсов</i> - Реорганизация существующих институтов - Самостоятельные институты
4	<i>Предпринимательство</i> - Поддержка биопредпринимателей (SME) - Взаимодействие академического и частного секторов - Государственно-частное партнерство
5	<i>Правовые системы и охрана интеллектуальной собственности</i>

Поэтому мой совет тем странам, которые работают над формированием политики в области биотехнологии, заключается в следующем: политикам необходимо сформулировать стратегию развития как можно раньше. Причем, чем раньше, тем лучше для биотехнологической промышленности.

Наше движение вперед в рамках развития биотехнологической промышленности, в первую очередь, зависит от национальной стратегии развития биотехнологии, которая впервые была сформулирована комитетом на межминистерском уровне. В комитет входили представители Министерства финансов, Министерства сельского хозяйства, Министерства биотехнологии, Министерства медицинской промышленности и т.д.

Поскольку в большей мере экономика развивается на основе полученных знаний, то это движение вперед зависит от решений, принимаемых политиками. Если политики обратят внимание на указанный аспект и соберутся вместе, то, скорее всего, решение будет принято, что пойдет на пользу биотехнологической промышленности.

Мое впечатление от развития биотехнологической индустрии заключается в том, что если существует политическая воля и если есть ощутимые импульсы от представителей промышленности, для того чтобы двигаться в нужном направлении (например, как в случае запрещения использования четырехфтористого углерода в фреонах), то вскоре мы станем свидетелями биотехнологической революции. Я не совсем понимаю, почему мы не пользуемся понятием биотехнологической революции, поскольку именно этот термин наиболее четко описывает происходящее сегодня.

Второй момент. В своей работе правительство обращает достаточно большое внимание на развитие инфраструктуры, примерно так же, как обращается внимание на строительство дорог в строительстве. И такой же подход используется при развитии магистральных направлений развития биотехнологии. Следовательно, создаются пути обмена информацией и продукцией, для того чтобы стимулировать инновационные подходы.

Важна проблема людских ресурсов. Господин Патерманн отметил, что следующая фаза развития биотехнологии столкнется с необходимостью обеспечить нужное количество специалистов. В нашей стране мы осуществляем многочисленные программы с целью подключить молодое поколение к работе в биоиндустрии и направить молодежь в этом направлении.

В целом приоритеты Индии в сфере биотехнологии выглядят следующим образом:

1. Биотехнологические объекты
 - Центры передового опыта (Centers of excellence)
 - Кластеры
 - Особые экономические зоны и биотехнопарки
2. Исследования и разработки
 - Сельское хозяйство
 - Медицинские
 - Окружающая среда
3. Биотехнология для развития общества
4. Биопроцессы и производство
 - Пищевая биотехнология
 - Микробная и промышленная биотехнология
 - Интеллектуальная собственность и биобезопасность
5. Международное сотрудничество
6. Развитие людских ресурсов
7. Биоинформатика
8. Будущее законодательство
 - ДНК-клонирование
 - Регулирование применения стволовых клеток

- Охрана интеллектуальной собственности в финансируемых государством исследованиях
- Технологии массового пользования

Таким образом, в настоящий момент Индия занимается изменением профиля существующих институтов. Правительство Индии рассматривает имеющиеся учебные заведения, которые не соответствуют международным стандартам, и делает все возможное для того, чтобы изменить их профиль так, чтобы они отвечали требованиям современности и обеспечивали студентам получение максимума знаний.

В рамках проведения такой работы создается огромное поле для молодых специалистов, которые уже заинтересованы в биотехнологии. Данным способом вы привлекаете молодежь на ранних стадиях обучения к биотехнологии или микробиологии. Исходя из заинтересованности молодых людей, вы получаете квалифицированных студентов из тех регионов, где такая работа производится на должном уровне.

Правительство активно стимулирует создание многочисленных автономных институтов. Или, как я уже отметил раньше, создает независимые агентства, такие как агентство по проведению исследований стволовых клеток, агентство молекулярной биологии, агентство по исследованиям в области морской биотехнологии. Эти агентства подчиняются правительству и контролируют работу в соответствующих областях.

Относительно работы с предпринимателями. Я уже отметил, что в Индии было принято решение разработать политику в области биотехнологии, которая поддерживает работу, начиная с основополагающего уровня, который, как нам представляется, является основанием пирамиды. Создание десяти компаний, которые имеют оборот порядка 50 млрд. долларов, и размещение их максимально близко друг к другу имеет смысл для всей экономики. За счет этого появляется большое количество предпринимателей, работающих в области биотехнологии, или, как я бы их назвал, био-предпринимателей. Таким образом, формируется сеть институтов, которые стимулируют развитие крупных компаний и обеспечивают их разностороннее развитие в области биотехнологии. В такой стране, как Российская Федерация, вам необходимо обращать должное внимание на квалификацию предпринимателей в области биотехнологии даже на незначительном уровне финансового стимулирования, и тогда инвестиционные программы станут более эффективными.

Далее я хотел бы отметить открытое и закрытое партнерство. Я имею в виду различные механизмы по-

ведения, которые стимулируются правительством и за счет которых все большее число населения начинает принимать участие в общественных инициативах.

В рамках таких подходов мы фактически решаем две задачи одновременно: 1) мы обходим традиционные проблемы с бюрократией и 2) мы в достаточно эффективной манере решаем вопросы коррупции. И тут я буду с вами откровенен. За счет таких подходов многие вопросы, которые традиционно медленно решались в Индии, фактически исчезли. Вопросы бюрократии и коррупции как-то отошли на второй план, и мы видим, что происходит постоянный рост биотехнологической промышленности и она становится стремительно растущим сектором экономики страны.

Теперь о юридической системе. У нас на завтра запланирована целая секция, которая будет заниматься вопросами юридической поддержки. Запланирован доклад моих коллег из Индии — они расскажут о тех жестких мерах, которые предпринимаются в юридической системе Индии для обеспечения защиты специалистов. Наша страна является демократической, и сейчас вести бизнес в Индии намного проще. Есть уверенность, что если деньги инвестируются в Индию, то, по крайней мере, их можно будет безопасно вернуть.

Следует сказать несколько слов о приоритетных областях. Я только что обсудил вопросы формулировки стратегии и рассказал об областях, где проводится активная работа правительства. А сейчас я хотел бы рассказать о конкретных шагах или о тактике, которую правительство выбирает. В Индии правительство создало несколько биотехнологических научно-исследовательских центров или центров обмена опытом. Эти центры повышения квалификации имеют четко прописанные уставы, и правительство создало механизмы для получения обратной связи из центров обмена информацией, так что каждая рупия, инвестированная в работу таких центров, четко прослеживается и дает отдачу. Я уже упоминал слово кластеры. Южный район Индии и Западный район Индии представляют собой кластеры биотехнологической активности. За ними идут зоны со специальным экономическим статусом. Министерство торговли Индии стимулирует увеличение объемов экспорта в биотехнологию. У нас еще есть вопросы с получением биологических материалов, потому что до сих пор законы, регулирующие снабжение биологическими материалами, не приняты. Речь идет о живых или растительных тканях, участвующих в экспорте и импорте.

Этот вопрос может показаться не столь значительным, однако мы верим, что правительство обращает

внимание и на него. Научно-исследовательские программы в основном нацелены на три основные области: разработки в области сельского хозяйства, медицины и охраны окружающей среды. Я думаю, что ни у кого не возникнет вопроса, почему выбраны именно эти направления. Экономика Индии в основном представлена сельским хозяйством, и мы до сих пор зависим от урожая наших фермерских хозяйств.

Состояние биотехнологии имеет значение для развития общества. Дело в том, что все большее и большее количество технологических разработок касается самых низких и малообеспеченных слоев общества, так как они нацелены на рост производительности сельского хозяйства. Мы знаем, что более 80% населения Индии живет в сельской местности, и именно эти люди должны получить доступ к передовым технологиям. А наша задача: постоянно увеличивать эффективность работы передовых технологий на всех уровнях. Причем, такое изменение в подходе произойдет в течение следующих четырех или пяти лет. И за счет этого в нашей стране возникнут наиболее впечатляющие объемы производства.

Необходимо обсудить связь между биотехнологией и современными продуктами. Использование биотехнологии для производства продуктов питания, микробиологическая промышленность и биотехнология. Мне было очень приятно находиться в зале и слушать доклады, так как я работаю в области биотехнологии. Большая часть биотехнологических семинаров ориентирована на научно-исследовательские работы и испытания медицинских препаратов в клиниках. Мне же более интересно наблюдать за влиянием развития биотехнологии на состояние сельского хозяйства, получение новых продуктов питания и сохранение энергии. Такие вопросы нечасто обсуждаются на международных научных форумах, и именно здесь технология должна быть представлена во всем блеске, а особенно в области безопасности биологических продуктов с одновременным решением вопросов охраны прав интеллектуальной собственности. В том случае, если вы решите вопрос охраны прав интеллектуальной собственности, а также решите вопросы, связанные с биологической безопасностью, вы создадите устойчивую модель развития бизнеса.

Другое приоритетное направление всегда было связано с развитием международной кооперации. Я уверен, что биотехнологическая индустрия Индии может рассматриваться в качестве надежного партнера с этой точки зрения в более глубоком смысле. Подключение индийских специалистов поможет облегчить процесс обмена знаниями, обмена технологией, и эти вопросы

уже решаются на внутреннем рынке Индии. Наша страна делает все возможное, чтобы ускорить развитие в данных областях и повысить степень защиты интеллектуальной собственности. Я уже говорил о вопросах, связанных с совершенствованием квалификации персонала. И надо сказать, что Индия учла эту сложность на достаточно ранней стадии. Мы ввели специализацию учащихся по их областям интереса сразу после двенадцатого класса. Или даже фактически в двенадцатом классе. Что сразу же отразилось положительно в масштабе всей страны.

Особое значение приобретает биоинформатика. Каким образом мы можем регулировать ситуацию в области обучения и как нам подготовить универсальных специалистов, способных работать в различных отраслях промышленности? И правительство, и парламент работают в направлении формирования законов для решения именно этой проблемы. Законы в основном направлены на безопасное использование сведений о ДНК. Текст законов подготовлен медицинскими компаниями и касается политики и практики работы со стволовыми клетками. Я считаю, что Индия находится впереди в области политики исследований со стволовыми клетками, ведется большой объем работы, детали которой можно найти на странице в Интернете, посвященной биотехнологическим предприятиям по адресу www.able.org. На этом сайте вы найдете все, что вас интересует по биотехнологии. Нет никаких ограничений на использование информации, размещенной на нем.

Все зависит от денег, и Индия решила инвестировать 1,7 млрд. долларов. Эта сумма кажется небольшой по сравнению с затратами ведущих стран, однако эта сумма равна прибыли от торговли всей нашей страны. Таким образом, можно считать, что Индия провела 100-процентную инвестицию в научно-исследовательские разработки. Можно представить себе ситуацию таким образом, что за 5 лет, начиная с сегодняшнего дня, на научно-исследовательские работы будет потрачено 1,7 млрд. долларов.

Но самое интересное заключается в решении вопросов снабжения продуктами питания и энергией — они пронизывают все существующие системы. Это те моменты, которые в нашей компании мы считаем самыми важными для страны, и мы решаем именно эти вопросы. На ситуацию можно посмотреть следующим образом: мы имеем замкнутую систему, и все начинается на уровне сельского хозяйства; далее идет охрана здоровья, переработка продуктов питания, текстильная промышленность, добыча нефти, изготовление напитков, химических веществ и пищевых продуктов. Кажется разумным, что

знания, полученные в одной отрасли промышленности, можно использовать и в других областях. Поэтому мы как биотехнологи должны стремиться к интеграции знаний, которые мы производим на каждом из указанных предприятий и в каждой области промышленности. За счет этого мы можем рассчитывать на получение новых продуктов и оказание новых услуг на всех уровнях.

Такую же цепь можно изобразить, начиная от продукции сельского хозяйства и кончая выработкой спиртов. Например, сахарная свекла и весь цикл ее промышленной переработки в Индии. Сахарная свекла вырабатывается сельским хозяйством, она перерабатывается на сахар, и основным продуктом промышленности является сахар. В качестве побочных продуктов здесь присутствуют патока, жмых и прессованные отходы производства. Патоку можно использовать для производства алкоголя в винном производстве, жидкие отходы производства можно перерабатывать для получения биологического газа, а биогаз используется в системах получения биокомпоста органических веществ, то есть он возвращается вновь в сельскохозяйственное производство. Как видите, технология здесь достаточно простая, мы с вами не строим космические корабли, и легко понять, что именно на это обращают внимание предприниматели, когда принимают решение заняться биотехнологией. Таким предпринимателям необходимо изучить всю систему. Из жмыха можно вырабатывать энергию, вырабатывать бумагу или гранулированные биопродукты. Я сегодня встречался с экспертами, которые говорили мне о производстве гранулированной биомассы. Они отметили, что вопросы совершенствования производства являются универсальными.

Далее остановимся на производстве кормов для животных и алкоголя, получаемого из целлюлозы. В качестве примера я мог бы привести использование биомассы сегодня в большинстве стран, где она используется для производства алкоголя за счет разрушения волокон до сахаров с последующей перегонкой в алкоголь. Если бы я был предпринимателем, то я изучил бы все этапы этого процесса. Я бы посмотрел, что представляют собой продукты разрушения волокон, и использовал бы часть полученных продуктов для производства кормов для животных. Я изучил бы, что представляют собой другие продукты, и использовал бы их как сырье для производства гранулированной биомассы. То есть я стараюсь проиллюстрировать, что если внимательно присмотреться к продуктам сельскохозяйственного производства, то все они предлагают промышленности свой потенциал новых научных исследований. И в отдаленной перспективе

можно рассчитывать на получение весьма интересных результатов.

В нашей компании мы предлагаем продукты другим отраслям промышленности, особенно традиционным видам производства, где за счет использования новых продуктов можно повысить эффективность производства и добиться впечатляющих результатов за счет использования ферментов, или мы предлагаем решения в области биотехнологии при условии незначительных капитальных вложений. В Индии мы достигли больших результатов. Здесь действуют крупные компании, которые вырабатывают ферменты в масштабах, сопоставимых с объемами производства Дании, Голландии или США.

А что можно сказать в отношении прикладных исследований? Я знаком с представителями компаний, которые вырабатывают целлюлозу в крупнотоннажном объеме ежедневно, однако стоят перед вопросом повышения эффективности использования ферментов. Для меня очевидно, что в Индии ощущается определенный недостаток прикладных исследований. То есть все большее число компаний во всем мире должно обращать внимание на совершенствование традиционных технологий и их применение в совершенно новых областях. И именно здесь наша компания имеет очень крупный задел. Наши результаты являются общепризнанными во всем мире, нашу компанию признали второй по величине иннова-

ционной биотехнологической компанией во всем мире. Мы получили такое признание в 2006 году.

Что же происходит в этих областях? Существует большое количество традиционных технологий, которые были пересмотрены, для того чтобы изучить их применение в новых направлениях для производства патоки, целлюлозы, повышения содержания сахара и для выработки кукурузного силоса. Таким образом, при совершенствовании технологии производства, направленном на рост концентрации сахара в патоке, мы можем рассчитывать на увеличение объемов производства алкоголя.

Мое отношение к биотехнологии следующее: любая компания в любой стране должна творчески подходить к своей работе и решать нетрадиционные задачи. Не стоит задерживаться лишь на обсуждении проблем и затягивать время их решения. Даже если чудеса происходят нечасто, они все-таки происходят. И с течением времени вероятность чуда только растет. И я хотел бы завершить свой доклад выводом, что очень большое количество неожиданных решений остается нереализованным именно потому, что их поиском просто никто не занимался.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

НОВАЯ ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ БИОТЕХНОЛОГОВ ЕВРОПЫ

БРАЙАН Ф.С. КЛАРК*

Университет Аархуса, Дания

Я с удовольствием вернулся в Москву после нескольких лет отсутствия и вижу достаточно заметные изменения в лучшую сторону. Страна явно на подъеме. Надеюсь, что столь же хорошие перемены произошли в биотехнологии. Я сегодня буду говорить о Европе и о том, каким образом мы взаимодействуем с другими частями мира. Моя должность — вице-президент Европейской федерации биотехнологии в Европе, в частности, я — председатель группы международных отношений. Поэтому сегодня я освещаю тему международной деятельности. Помимо этого, я — координатор объединенного проекта Европейской Комиссии, состоящего из 19 тем. Название проекта — «Протеомика старения». В этом проекте я занимаюсь молекулярной геронтологией. Я также работаю ведущим научным консультантом в компании Сенитек ПиЭлСи — отделении концерна «Сэнэснс Текнолоджи».

Доклад я хотел бы начать с рассказа о Европейской федерации биотехнологии (European Federation of Biotechnology — EFB). Пять лет назад было принято решение полностью перестроить работу организации. И хотя до переименования в новую EFB дело не дошло, мы считаем, что так оно в действительности и есть. Федерация содействует развитию биотехнологии в Европе и во всем мире, для того чтобы обеспечить устойчивое и успешное применение биотехнологии для более эффективного использования природных ресурсов. Федерация содействует налаживанию связей между академическими кругами и научно-исследовательскими структурами Европы. Мы повышаем уровень компетенции, обучения, привлекаем внимание к передовым методам и активно внедряем результаты биотехнологических исследований в жизнь всего общества. Работа проводится через секции, рабочие группы, целевые группы, которые яв-

ляются основными структурами EFB, в рамках которых мы начинаем и осуществляем практически большую часть деятельности Федерации. По итогам работы составляются детальные отчеты по вопросу применения биотехнологии.

В состав EFB входят следующие секции: биохимического инжиниринга, физиологии микробов, прикладной функциональной геномики (я работаю именно в ней), экологической (зеленой) биотехнологии, прикладного биокатализа, биотехнологии охраны окружающей среды, биоразнообразия, развития медицины и нанобиотехнологии. Я должен сказать, что секция развития медицины удачно вписалась в канву работы Федерации, поскольку по новой программе FP7 для Европейской Комиссии предполагается освоение двух миллиардов евро на работу по данной тематике: один миллиард выделяет Европейская Комиссия и один миллиард будет предоставлен компаниями из Европы.

Наша секция была создана, так как у нас было предчувствие, что тут что-то произойдет. В рамках работы мы надеемся ускорить продвижение перспективных препаратов на рынок, поскольку сейчас, как вы знаете, на это уходит десять лет и не менее 850 миллионов долларов, что совершенно нелогично для развития медицины в большинстве стран.

В Федерации есть ряд ассоциированных секций, например, фармакологической медицинской биотехнологии, секция по обучению биотехнологии студентов первых курсов из университетов европейских стран. Эта секция находится в Болонье. Если говорить о тематических группах, то следует упомянуть группу по общественному восприятию. Другая фокусная группа занимается вопросами образования и мобильности; имеются группа по безопасности биотехнологии, группа международных отношений, группа по перспективным технологиям — она также занимается вопросами интеллектуальной собственности и новая группа по европейской деятельности в области глобализации науки. Она называется European

* Автор для переписки:

© 2008 г. Brian F.C. Clark, PhD, ScD (Cambridge, UK)
Professor, University of Aarhus, Denmark

Action on Global Life Sciences (EAGLES) и была создана как отделение группы международных отношений, которую мы называем Task Group on International Relations (TGIR). EAGLES в основном работает с развивающимися странами. Фокусная группа изучает проблемы, стоящие перед исследователями в развивающихся странах, в частности, в Африке и Азии, и помогает нашим коллегам советами, как работать с политиками, чтобы они помогли в решении первоочередных задач. На прошлой неделе состоялось интересное совещание в библиотеке города Александрия, в Египте. Мы провели два заседания группы EAGLES по охране здоровья и по продуктам питания.

Дополнительно в Федерации работают региональные офисы (RBO), где мы представляем интересы EFB в отдельных странах, а в самой EFB эти офисы представляют интересы самих стран. Это гарантирует, что приоритеты EFB согласуются с национальными интересами. RBO могут действовать как партнеры или координаторы проектов EFB, секций, фокусных групп, совещаний или иных инициатив.

Одна из идей, которая должна претвориться в жизнь в результате работы данной конференции, заключается в следующем. Мы открыли региональный офис в Пекине, в Китайском национальном центре развития биотехнологии, который подчиняется Министерству науки и технологии Китая. Недавно был открыт офис в Хайдарабаде (Индия) при Федерации азиатских обществ биотехнологии. Открыт региональный офис в Александрии — это наш форпост в Африке. И хорошо было бы открыть аналогичный офис в Москве.

Я забыл упомянуть, что центральный офис EFB находится в Барселоне, в Испании, где Правительство Каталонии предоставило нам финансовую поддержку на пять лет, для того чтобы мы могли сосредоточенно работать в одном месте. Мы начали с удачного проведения конгресса в сентябре 2007 года. В 2008 году конгресс проводиться не будет, однако в сентябре 2009 года мы планируем провести еще один конгресс.

На мой взгляд, преимущество EFB заключается вот в чем. Раньше я занимал пост председателя биохимического общества Европы. Я занимал пост президента Международного союза биохимиков и молекулярных биологов, объединяющих порядка ста тысяч специалистов из 72 стран мира. В свое время у нас были представители из СССР, потом из России. Конгрессы Союза проводятся раз в три года. Последний прошел в Киото. Следующий — что выглядит несколько странно — пройдет в том же регионе, в Шанхае. Надеемся, что на этом

конгрессе будет представлена секция по биотехнологии, которая волнует наших коллег со всего мира.

Нужно отметить, что в настоящее время отсутствует глобальная координация деятельности в биотехнологии. Раньше существовала программа ЮНЕСКО КобайоТек. В некотором смысле у нас есть возможность закрыть пробел, который сейчас явно ощущается. Надеюсь, что Россия к нам присоединится.

Я уже говорил, что вершиной деятельности Федерации является подготовка и проведение конгрессов, но повседневная жизнь пронизана словом «симбиоз». Мы ставим задачу, чтобы конгрессы проводились с учетом интересов науки, промышленности и общества («SIS» — «Science, Industry and Society»). Один из моих коллег мне подсказал, что те же буквы входят в слово симбиоз.

Работа группы по общественным связям проводится под эгидой EFB. Деятельность направлена на интеграцию национальных и международных знаний в Европе и во всем мире, а поскольку европейские программы уже сформированы, то в некотором смысле эта кооперация является внешней по отношению к Европе.

Наша задача — представить EFB, Европейской Комиссии и другим организациям контакты, направления деятельности и конкретные предложения о том, как реализовать задачу совершенствования международных отношений и ведения деятельности за пределами Европы. Наша региональная деятельность, вполне очевидно, началась с Китая. Сейчас у нас установлены хорошие контакты с индийскими коллегами, потому что именно там находится Федерация азиатских ассоциаций по биотехнологии. Мы начали работу с Латинской Америкой. Финансирование работы ведется Европейским Союзом. У нас большие планы и надежды по России. А в рамках фокусной группы EAGLES мы установили контакты с Африкой.

Как вы знаете, Китай делает огромные усилия по развитию научно-исследовательских программ в биотехнологии и ее промышленному применению. Вы, наверное, уже слышали от профессора Ли, что биотехнологии присвоен самый главный приоритет в Китае. Мы ожидаем, что здесь произойдет большой всплеск по работам и результатам. Кстати, к такому же выводу можно прийти, если посмотреть на результаты наших совещаний. Мы проводим регулярные совещания по теме «Китай — в фокусе биотехнологического внимания» с 2001 года. На них мы слушаем доклады по достижениям в области биотехнологии в Европе и Китае. Мы подключились к этим программам, потому что получили разрешение от Европейского Комитета, в частности, от руководства

программы FP6. Ясно, что Frame Program (FP) — это общеевропейская организация, которая содействует установлению широких контактов и взаимодействию между Европой и Китаем в области развития новых технологий, научных исследований и образования. Мы не должны это забывать, когда речь идет о биотехнологии. Поэтому общая программа имеется между TGIR и China National Centre for Biotechnology Development (CNCBD) — Китайским национальным центром развития биотехнологии.

Важно обсудить те программы, по которым мы начали работу. Мы подключаем к общей работе ученых и консультативные комитеты из Европы и специалистов из консультативных комитетов Китая. Замысел заключается в обсуждении областей, где мы можем взаимодополнить друг друга. По такому же пути мы можем приступить к работе с Россией. Мы обозначили конкретные цели по пропаганде совместно накопленного европейского и китайского опыта, а конечная цель заключается в росте числа заявок в комитет программы FP7, которая финансирует создание новых контактов взаимодействия между учеными разных стран. Частично финансирование будет предоставлено Европейской Комиссией. Мы уже составили список тем научных исследований. Это — работы по традиционной китайской медицине под руководством двух китайских профессоров. Еще одна тема касается регенеративной медицины. Руководить ею также будет китайский специалист. Тема по диабету — это направление курирует профессор Берг Дидрихсен, вице-президент компании Нова Нордиск в Копенгагене. Интересно провести исследование по связи между генами и вопросами здоровья. Этим направлением руководит китайский профессор Жу Чен. Уместно сказать, что профессор Жу Чен входит в наблюдательную комиссию проекта и одновременно он занял пост министра здравоохранения Китая. То есть за время работы по проекту он сделал крупный шаг по карьерной лестнице. Ларс Болунд также работает по проекту, связанному с геномом человека. А работы по изучению процессов старения проводятся под моим руководством и руководством профессора Клаудио Франчески: у него есть потрясающая коллекция материалов о долгожителях — о людях, которые жили больше 100 лет. Клаудио является профессором, работает в Болонье (Италия). Недавно мы провели совещание по инфекционным болезням в Китае. Кураторами данного направления исследований будут китайские ученые.

Это темы, которые мы отобрали три года назад. Сейчас мы добавили к этому списку темы, предложенные Европейской Комиссией, и в рамках взаимодействия с Китайской академией наук. Отдельные темы говорят о том, что те, кто составлял предложения, знали о наших работах, так как были выбраны известные темы.

Федерация азиатских биотехнологических ассоциаций (Federation of Asian Biotechnological Associations — FAВА), как я уже говорил, находится в Хайдарабаде. Ее генеральным секретарем является г-н Баджаж. И в этом случае им удалось организовать финансирование деятельности со стороны местного правительства. Правительство штата Андрападеш оплачивает расходы на содержание офиса Федерации. Со стороны FAВА поступило предложение подписать меморандум о взаимопонимании, чтобы согласованно двигаться вперед.

Следует отдавать себе отчет, что при рассмотрении Европы и Азии мы говорим о регионе, где проживает 3,1 миллиарда человек. Вы можете представить, какой огромный рынок открывается перед нами с точки зрения биотехнологии, потенциала людских ресурсов и с точки зрения мирового рынка.

Мною указывалось на то, что программа EAGLES в основном направлена на деятельность в развивающихся странах. Программа определяет спектр нашей деятельности. Интересно, что по ходу выполнения программы к нам обращаются часто с просьбой приехать в конкретные страны и провести работу в политических кругах (как видите, сложности у нас одни и те же) и объяснить, какой потенциал кроется в биотехнологии и как им правильно воспользоваться. Я надеюсь, что с помощью Раифа Василова нам удастся установить хорошие рабочие отношения с нашими российскими коллегами. Думаю, нам будет легко работать с ними. У нас уже есть опыт работы с нашими коллегами из Москвы. Мы работали с ними с 70-х годов, и я знаю, что у них есть очень хорошая база знаний. Может быть, в области биотехнологии эту базу необходимо дополнительно развить, но основополагающие наработки, несомненно, имеются. И как только мы начнем работать в направлении биотехнологии, когда мы подключимся, когда мы окажем свою помощь, то, мы надеемся, работа пойдет в нужном направлении и достаточно быстро.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

ГЛОБАЛЬНЫЙ ВЗГЛЯД НА СНАБЖЕНИЕ БИОМАССОЙ: ПОТЕНЦИАЛ, РЫНКИ И ГАРАНТИИ УСТОЙЧИВОСТИ

АНДРЭ ФААЙ *

*Институт Коперника по устойчивому развитию и управлению инновациями,
Университет г. Утрехт, Дания*

Спасибо за представление моего доклада и за приглашение на этот форум. Я благодарен за открывшуюся мне возможность выступить перед вами. В начале этой недели я присутствовал на заседании Agriculture and Food Organisation (AFO) — Организации по сельскому хозяйству и продуктам питания ООН. Это один из комитетов ООН, который находится в самом центре шторма на всемирном рынке продуктов.

Надо сказать, что биоэнергетика находится в самом эпицентре шторма. Ведутся очень оживленные дебаты в самой организации AFO. Там все неспокойно, поскольку в данной организации хотели бы видеть биоэнергетику и использование биомассы как стимул для развития сельскохозяйственных областей и всего сельского хозяйства в целом, а также видеть вклад работ в этой сфере в обеспечение надежного снабжения продуктами питания.

В настоящий момент такие выводы сделать сложно, потому что споры ведутся в плоскости выделения земель для выращивания растений с целью получения биотоплива и на эти работы обычно сваливают все беды, если что-то идет не так с использованием земли в мировом масштабе. На эту причину часто ссылаются даже в случае неудачных экспериментов в сельском хозяйстве.

Следует также учесть, что биоэнергетика, особенно в 90-е годы, рассматривалась как ключ к обеспечению энергией сельскохозяйственных регионов и основной двигатель развития периферийных областей, мерой противодействия изменению климата. Сейчас, напротив, биоэнергетику обвиняют в прямо противоположном — ее винят в потеплении климата, что, конечно,

является нестандартным ходом в тактике борцов с развитием биоэнергетики.

Вы можете отметить, что дебаты общественности уже затрагивали вопросы биоэнергетики, и это интересно, потому что объемы использования биомассы в самой биоэнергетике являются незначительными, если сравнивать их с объемами производства биомассы в сельском хозяйстве и оценивать площадь земель для выращивания биомассы. В настоящий момент мы как раз просматриваем сценарий использования земли и производства биоэнергетических растений и выходим на оценку, что для их выращивания потребуется 20 млн. га земли. Это — ощутимая площадь, хотя в масштабах России она может показаться и незначительной. Но если сравнить 20 млн. га с теми площадями, которые используются для производства продуктов питания (а это 5 млрд. га), то, как видно, мы пока говорим о незначительных величинах. Эти процентные соотношения ощущаются на рынке ископаемых природных ресурсов, например, угля. Такие цифры заметны, если мы говорим об инвестициях в недвижимость, но если мы обсуждаем производство продуктов питания в мире, то это действительно незначительные величины. С этой точки зрения, простой набор численных значений дает сигнал о том, что на биоэнергетику не стоит списывать 40%-ный рост цен на продукты питания, который наблюдался за последние 2 года. Именно таким было увеличение цен на пшеницу. Тут работают и другие механизмы.

Итак, я попробую воспользоваться неподвзятым научным подходом и постараюсь в рамках процесса моделирования и сценарного анализа прояснить, до каких масштабов биоэнергетика может развиваться без отрицательного влияния на снабжение продуктами питания, снабжение водой и биоразнообразие. Я хотел бы поговорить об основании пирамиды, именуемой экономикой, основанной на биологии. Это основной предмет конгресса, и я коснусь нескольких понятий.

* Автор для переписки:

© 2008 г. André Faaij

Copernicus Institute, Utrecht University

Task Leader IEA Bioenergy Task 40

Member Steering Group BIOPEC Initiative

Мне хотелось бы в общих словах нарисовать более или менее реалистичную картину в этой области. Хотя я думаю, что и перспектива здесь значительна, для того чтобы определить место биоэнергетики среди остальных энергетических ресурсов. То есть мы говорим не только об энергетической проблеме или о неожиданно высоких ценах на нефть, не только о проблеме изменения климата. Мы говорим об увеличении земель, которые используются и которые можно возделывать для производства продуктов питания.

Мы говорим об увеличении потребления воды во всем мире. Также мы отмечаем значительную потерю биоразнообразия, которая не имеет прецедентов в современной истории, поскольку она вызвана чрезвычайным ростом народонаселения и небывалым повышением уровня жизни.

Последний момент не является проблематичным сам по себе, однако он приводит к значительному увеличению потребления. Аналогичным образом связь с потреблением энергии и ростом уровня жизни не является столь однозначной. Давление на приемы сельского хозяйства оказывается не только со стороны изменения климата, но и со стороны изменения биоразнообразия. Эти механизмы сдерживают возможности роста, а в перспективе мы видим, что по мере увеличения объемов потребления и роста жизненного уровня указанные причины могут иметь серьезные последствия, поскольку рост доходов будет касаться все большей части населения Земли.

Поэтому нам необходимо отреагировать на серьезные трудности, вызванные указанными механизмами, причем нужно будет решать эти вопросы одновременно. Речь не идет о решении только одной проблемы, а о переходе к решению другой и далее — к третьей. Если говорить о времени, то 2050 год не так уж и далек от нас сегодня, когда мы говорим о развитии инфраструктуры для системы снабжения энергии и за ориентир берется именно 2050. Поэтому необходимо оперативно решать стоящие задачи и не успокаивать себя тем, что этот год еще далек от нас. Мне кажется, что аргументов как раз и не хватает, когда споры идут в плоскости потребления и выработки энергии. Пока не совсем ясно, как будет развиваться ситуация в перспективе.

Описанная ситуация являлась отправной точкой для исследования в организации Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) — межправительственной комиссии по изменению климата, которая занимается вопросами изменения климата и программами, которые следует осуществить для противодействия глобальному

потеплению. Был разработан специальный тип кодов для сценариев развития — это ситуации A1, A2, B1, B2 для всего мира. Сами показатели достаточно абстрактные, однако они описывают различные пути изменения климата в глобальном масштабе. Индексы также отражают темпы роста экономики; с другой стороны, они учитывают международную ситуацию и региональные уровни развития, одновременно с известной оценкой степени загрязнения окружающей среды. То есть это те переменные, которые мы выбрали для оценки предстоящего изменения.

Давайте воспользуемся несколькими переменными, если мы выберем для будущего сценарий A2. Это будущее с целевыми показателями развития, однако в этом сценарии не учитывается контроль вопросов охраны окружающей среды, нет взаимодействия на международном уровне и считается, что население Земли постоянно растет до и после 2050 года, что рост жизненного уровня остается на среднем уровне за счет незначительного торгового оборота и взаимодействия между отдельными странами, а также принимается, что технологический и экономический рост остается невысоким. Поэтому мы можем отметить недостаточно высокий уровень народонаселения и низкий жизненный уровень. О последствиях, к которым может привести данный сценарий, я расскажу чуть позже.

Если взять другой сценарий, такой как B1, то это сценарий с ориентацией на международную кооперацию. Он характеризуется заметным ростом мировой экономики, ВВП на душу населения в этом случае уже значительно выше. Ожидаются значительные технологические прорывы, часть из них произойдет на юге, в развивающихся странах, что нивелирует различие между ними и странами на севере. Мы получим другую картину будущего за счет того, что главный политический выбор делается сегодня, а заметный эффект мы получим в отдаленной перспективе. Однако в любой момент времени каждый из этих сценариев зависит от выбора.

Сельское хозяйство является основным потребителем воды. Порядка $\frac{3}{4}$ потребления пресной воды в мире приходится на сельское хозяйство. Более того, сельское хозяйство является основным производителем парниковых газов, причем объемы выбрасываемых в атмосферу парниковых газов сельским хозяйством во всем мире превышают выбросы газов глобальной транспортной индустрии.

Необходимо разобраться в следующем: что происходит со спросом на продукты питания и объемами производства продуктов питания. Следует уточнить,

какие механизмы управления указанными процессами действуют в области производства продуктов питания, в особенности, мяса.

Нам удалось до настоящего времени повысить эффективность сельского хозяйства во многих уголках мира, но не везде. Надо понять, что, в первую очередь, необходимо развивать и улучшать с точки зрения использования сельскохозяйственных угодий. Нужно представлять себе, с какой землей мы имеем дело и обладает ли эта земля хорошими свойствами, является ли она посредственной по качеству или мы имеем дело с совершенно истощенной почвой. После этого, развивая биоэнергетику, необходимо перейти на фазу построения энергетических маркеров. Цена на нефть порядка 120 долларов за баррель, очевидно, представляет собой очень мощный механизм для биоэнергетики и синтеза биотоплив, в частности.

Далее следует вникнуть в суть дебатов, которые ведутся с негосударственными организациями по биоэнергетике. Разобраться, как обстоит дело с водой, что мы имеем в области биоразнообразия, как провести ранжирование почв — это вопросы, которые в идеальном случае будут ограничивать варианты решений. Тем не менее общественность считает, что дело не сводится к решению лишь этих проблем.

Вместе с коллегами из других институтов мы в последние годы провели ряд исследований. Вот последние предложения, которые сделаны на основании исследований.

Существует ряд технических и организационных вопросов, сложность которых растет по мере увеличения объема производства продуктов, то есть встает вопрос совершенствования структуры управления во всемирном масштабе.

Управление сельским хозяйством — это общий термин, который введен для выращивания животных, и он описывает ситуацию в случаях, когда мы имеем дело с более низкой интенсивностью сельскохозяйственной работы, чем, например, стандарты в Западной Европе. Если управление сельским хозяйством останется на низком уровне и будет соответствовать управлению сельским хозяйством в Африке в 2050 году или в Латинской Америке или в Европе или в России, это будет означать, что будет необходимо обрабатывать меньшую территорию земли, чем сегодня, для того чтобы удовлетворить спрос завтрашнего дня.

Напомню, что сценарий А2 предрекал нам довольно печальную перспективу, В1 — это сценарий, который более дружелюбен к окружающей среде.

Теперь я хотел бы представить некоторые обобщающие результаты. Что произойдет, если вы будете решать сиюминутные задачи и изменять площади сельскохозяйственных земель постепенно. То есть мы переходим к сценарию А2. При этом сумма площадей земель, которые используются в сельском хозяйстве, вновь составляет 13,2 млрд гектаров (площадь земной поверхности без Антарктиды и Гренландии). Она остается постоянной, если только не произойдет значительного подъема воды мирового океана. Эта территория постоянно растет по сравнению с посевами сегодняшнего дня, и мы можем ожидать увеличение площади на 50% до конца века. 50%-ное увеличение, естественно, получается за счет вырубки лесов, и роль лесных массивов особенно проявляется на африканском континенте.

Если посмотреть на противоположный сценарий, на сценарий А1 — это сценарий, где экономическое развитие происходит стремительно, но технологические изменения также происходят быстро. Здесь имеет место международная торговля и разница между севером и югом нивелируется. По данному сценарию растет объем потребления сельскохозяйственных продуктов, и по мере того как темпы потребления продуктов питания растут, максимальные объемы использования земли в течение короткого периода постепенно сокращаются, достигая площади примерно 50% от количества угодий сегодня. После достижения минимума в 2030 году, площади, занимаемые лесами, вновь начинают расти. Это сценарий, который, скорее всего, будет реализован в северном полушарии. В такой стране, как Россия, а также в Северной Америке и в Западной Европе, мы наблюдаем ситуацию, когда площади лесов постепенно растут, в основном, из-за перехода на более эффективные схемы возделывания земли; с другой стороны, следует упомянуть те земли, которые были выведены из оборота. Это земля, которая имеет достаточно высокую плодородность, но она не засеивается зерном, поскольку с экономической точки зрения делать это неэффективно.

Давайте теперь посмотрим на объемы производства продуктов питания к концу XXI века, где мы можем прибавить к возделываемым землям порядка 2 млрд. га. Мы имеем значительное различие, в основном, за счет того, что эффективность сельского хозяйства возросла; однако не это является основным механизмом.

Мы с вами рассмотрели несколько основных положений, и давайте представим, что сейчас у нас достаточно земли для производства сельскохозяйственной продукции. То есть перед нами не стоит вопрос высвобождения 100% площадей тем или иным способом, для того чтобы

выращивать необходимые виды культур. В настоящий момент, с точки зрения биологических культур, мы выращиваем пшеницу, кукурузу, свеклу, кормовую свеклу и т. д. Эти культуры идут на производство биотоплива. Такие культуры, как пшеница и кукуруза, можно выращивать на высококачественной земле; с другой стороны, успеха не будет или растениеводство будет слишком дорогостоящим и технически неосуществимым, если вы под них выделите земли низкого качества. Поэтому, если вы собираетесь вырабатывать этанол из пшеницы, то вы получите порядка 50 гигаджоулей (GJ) этанола как топлива с гектара в течение одного года. Кукуруза даст вам несколько больший объем биотоплива. Если вы выращиваете сахарную свеклу, то можете рассчитывать на существенно большие объемы биотоплива, однако для выращивания свеклы необходимо будет увеличить и объемы посевов. Тростниковый сахар даст незначительные объемы биотоплива, но у нас есть существенно более перспективные виды тропических растений для жаркого климата. Они вырабатывают пальмовое масло, то есть фактически дают почти чистое биотопливо.

Нужно проанализировать и другие варианты. В частности, я собираюсь рассказать о растениях с достаточно коротким сроком созревания. Такими растениями могут быть деревья типа ивы, это могут быть тополя, а также эвкалипты, произрастающие в тропической климатической зоне. Кроме того, следует упомянуть различные виды трав, стебли которых используются для производства энергетического сырья. Такие травы можно выращивать на участках земли с невысоким качеством почвы, а их особенность заключается в том, что они являются многолетними растениями.

Поэтому, с точки зрения парникового эффекта и с точки зрения энергии, затраты на выращивание многолетних растений, экономика всего процесса является более привлекательной по сравнению с выращиванием однолетних растений. А самое главное заключается в том, что многолетние растения можно выращивать, не используя качественные плодородные земли.

Таким образом, необходимо рассматривать модель адаптируемого управления сельским хозяйством в зависимости от типа плодородия земли. В этом случае мы можем рассчитывать на дополнительные 100 EJ (экзаджоулей — 10^{18} Дж) для умеренно истощенной почвы. Если вы обратите внимание на затраты, связанные с выращиванием многолетних растений, и оцените ситуацию под углом использования земель, имеющих различные плодородные свойства, то вы сможете посмотреть на поведение кривых, построенных в координатах затраты

и предложение, то есть оценить ситуацию с точки зрения затрат на производство единицы энергии.

Для всего процесса биоэнергетики инвестиции в обычное сельское хозяйство и животноводство являются самыми главными. Отдельные специалисты ссылаются на этот процесс как на вторую зеленую революцию. Этот процесс является необходимым для того, чтобы замедлить темпы обнищания людей, живущих в сельской местности. Такие организации, как Food and Agriculture Organization (FAO) ООН, утверждают, что ситуация не является безнадежной. У нас есть приемы, у нас есть понимание и у нас есть организации, которые могут решить острые вопросы. Можно подходить к решению задач комбинированно за счет повышения эффективности использования воды, снижения площадей орошаемых земель, защиты плодородия почвы и обеспечения более высокой прибыли. Такой подход необходим для надежного снабжения человечества продуктами питания. Эти процессы являются основополагающими и от них зависит, сможет ли биоэнергетика направить денежные потоки и инвестиции в сельскую местность. Возможно, это дело будущего, однако такой сценарий можно считать вполне реалистичным для Латинской Америки, юга Африки, для Австралии, Северной Америки. Он позволяет прогнозировать развитие сельского хозяйства в России и Восточной Европе. Существует огромная территория, которая на настоящий момент практически не используется. Россия и Украина могут превратиться в регионы, снабжающие продуктами сельского хозяйства мировой рынок, особенно Европу. Существуют огромные лесные массивы, которые не используются в той мере, в какой возможно. Ими можно управлять и содействовать устойчивому развитию, если мы будем пользоваться передовыми приемами, разработанными в Финляндии и Швеции. Также я хотел бы подчеркнуть ключевую роль России в данном контексте.

Среди тем для обсуждения: требование по балансу выброса в атмосферу парниковых газов, требование уладить конкуренцию, требование обеспечить социально-экономические условия для работников сельского хозяйства. Сейчас происходит масса вещей одновременно, да так и должно быть, потому что впервые мы ощущаем давление со стороны правительства, со стороны Европейской Комиссии. И правительство, и Европейская Комиссия устанавливают критерии устойчивого использования сырьевых ресурсов, что имеет прямое отношение не только к биоэнергетике. Такое развитие может превратиться в революцию сельского хозяйства само по себе, и я думаю, что пришло время зеленой революции, потому что на-

копленные вопросы можно решить только одновременно революционным путем. С этой точки зрения, биоэнергетика и биотопливо находятся на острие стремительного развития, и они являются темой ожесточенных споров. Я думаю, что в области биотоплив острота дебатов спала, однако по вопросам эффективного использования земли такие дискуссии продолжаются.

Мне хотелось бы в качестве одного из примеров привести прогностический взгляд на глобальную биоэнергетику (рис. 1).

В заключение своего доклада я хотел бы сказать, что если подходы к решению вопросов будут выбраны правильно, то мы можем рассчитывать на получение сотен экзаджоулей (ЕJ) от переработки отходов сельского хозяйства и лесоперерабатывающей промышленности. Важное значение следует придавать истощенным землям, поскольку конкуренции за них практически не будет. Вы можете получить экологические преимущества и повысить эффективность сельского хозяйства, можете рассчитывать на производство больших объемов продукции

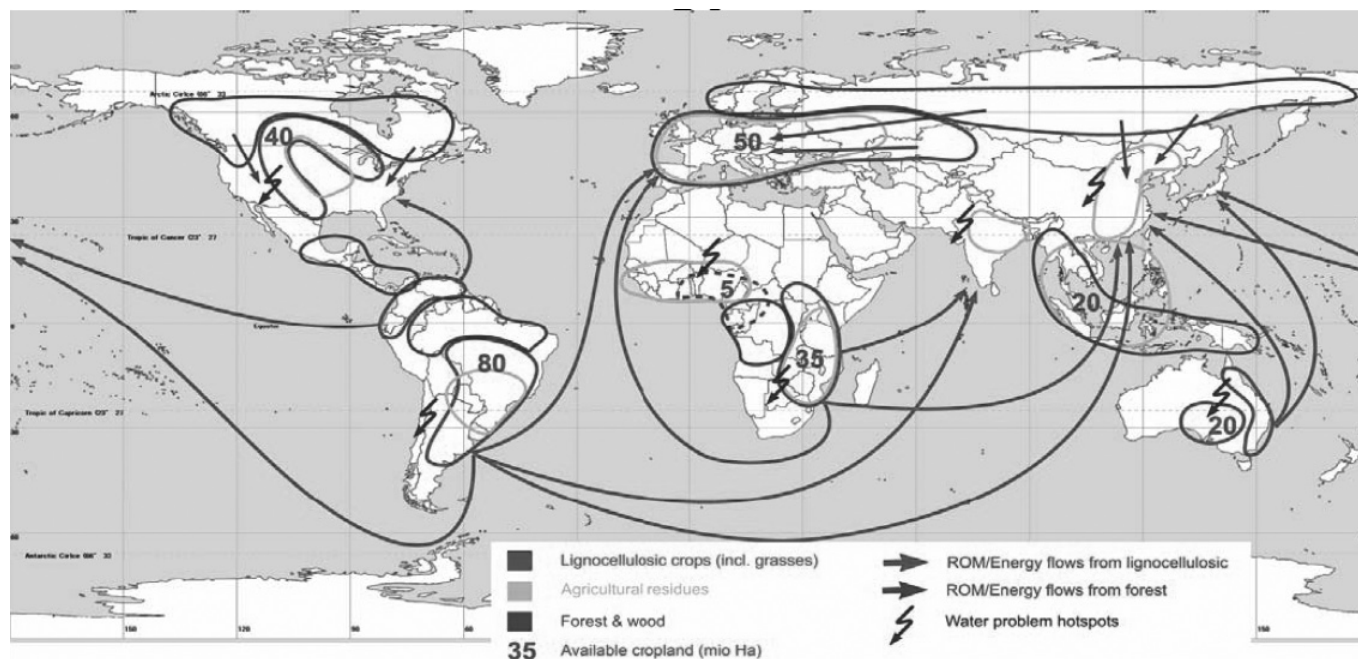


Рис. 1. Прогноз глобальной биоэнергетики.
Источник: GIRACT FFF Scenario project; Faaij, 2008

сельского хозяйства и быть счастливым производителем этих продуктов.

Такие подходы могут обеспечить $\frac{1}{3}$ потребления энергии в будущем, и переработка биомассы может играть примерно ту же роль, что и сырая нефть сегодня, причем биомасса — это та козырная карта, на которую следует рассчитывать, потому что место атомов углерода здесь замещается углеводами. Рыночная стоимость нового сегмента является огромной. Мы постепенно нащупываем связь между экономической прибылью для сельских районов, то есть именно там, где она больше всего необходима. Существуют огромные массивы земли, особенно земли истощенной, однако, если выразить эти территории в процентном отношении, то мы получим порядка 10%.

Следовательно, в основном мы ведем речь о плодородных землях, о пастбищах, которые можно добавить к территориям, занятым выращиванием продуктов питания

и которые можно рассматривать параллельно с другими схемами использования земли. Мы не предвидим никакой катастрофы при движении вперед, мы не рассчитываем на ухудшение биоразнообразия. Сельское хозяйство является основой, однако биоэнергетика служит рычагом, для того чтобы сельское хозяйство развивалось в нужном направлении. Надо, чтобы политики, которые принимают решение, реалистично смотрели на проблему. С экономической точки зрения, расчеты выглядят привлекательно. Они особенно впечатляющи, если принять во внимание необходимость развития биотехнологии и устойчивого развития сельского хозяйства в масштабе всего земного шара.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

ФИНСКИЙ ЭКОГОРОД – ПЕРСПЕКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РОССИИ

ПАСИ МАККОНЕН*

Глобал Эколюшнс Ой, Финляндия

Для меня очень почетно выступать на этом конгрессе. Сейчас я расскажу вам, что такое экогород, или экосити, и что это означает с точки зрения использования биоэнергетики, какие открываются перспективы в связи с таким подходом. Начнем с краткого описания экогорода. Замысел гибкий, он в значительной степени зависит от местных условий и реализуется в той области, где можно обеспечить бесперебойное снабжение материалами, строительными деталями, решать проектные вопросы, причем каждый из упомянутых аспектов не должен оказывать излишней нагрузки на окружающую среду.

Экогород должен быть экологичным и экономным. То есть такой город не должен иметь выбросов вредных веществ в природную среду или такие выбросы должны быть предельно минимальными. С другой стороны, минимальным должно быть потребление материалов и энергии. Материалы должны производиться местной промышленностью, что означает обеспечение занятости местных работников; энергия должна также вырабатываться на местных установках и иногда — если в виде сырья используется биомасса, то она должна выращиваться поблизости. Город должен предоставить комфорт и удобства. Это не призыв вернуться в джунгли или в средневековье. Город должен быть чистым и «зеленым», он должен обеспечить нужный уровень комфорта и сервиса. Последнее означает доступность современных компьютерных технологий и др.

Сегодня мы рассматриваем использование биомассы и роль биомассы в функционировании экогорода. Биомасса используется не только как материал для производства строительных материалов, энергии, биотоплива, но и как исходное сырье для местного производства, то есть сырье для заводов по переработке

биомассы. Биомасса может использоваться разным способом. Во-первых, это сырье: сырье на основе дерева, сырье на основе культур, которые выращиваются для производства продуктов питания. Помимо пищи, выращенные материалы можно использовать для иных целей. Это — коммунальные отходы, например, водные стоки, богатые органическими продуктами, которые сами по себе являются биотопливом, и серой. Разработаны конверсионные технологии. Мы уже слышали доклады о них вчера и сегодня. У нас есть промежуточные виды топлива или промежуточные продукты сырья. И у нас есть пользователи, которые применяют плоды технологии и системы. То есть необходимо найти цепь, которая содержала бы все указанные элементы, и мы получим экогород. Нужно оценить типы сырья, разобраться, как и где мы его используем.

Приведу несколько примеров. Начну с простого — биогаз. Большинство из вас знает, что такое биогаз. Это газ, который производится за счет использования различных субстратов, органических отходов, канализационных стоков, органического шлама, навоза или различных видов растительных культур. У нас есть производство газа и есть биогаз. Газ можно использовать как автомобильное топливо, для обогрева, для производства электричества, для изготовления продуктов питания. Также мы производим питательные среды, которые можно использовать для производства удобрений. В них содержатся растворимые питательные продукты, остаточный углерод. И если мы удаляем шлам из отходов, мы повышаем гигиенические свойства, то есть получаем два преимущества. И, естественно, удаляем неприятный запах. Мы организуем круговорот питательных сред в форме удобрений, что приводит к повышению урожайности. Биогаз — как я уже сказал — используется для производства электричества и тепла, для охлаждения особенно в европейских странах, производства электричества и тепла. Это главные области применения биогаза на сегодня. Или для охлаждения, особенно в Европе. Кроме того, для одновременного производства электричества и пара (или для охлаждения).

* Автор для переписки:

© 2008 г. Pasi Makkonen
Global EcoSolutions Oy, Finland
MP: +358 40 776 7143
E-mail: pasi.makkonen@ges.fi

Мы можем получить более совершенный состав биогаза и использовать его как топливо для автомобилей, сельскохозяйственной техники или в топливных элементах и далее для выработки электричества и тепла. Однако эта возможность не является уникальной. Вариант биогаза известен достаточно давно.

Будущее основано на использовании фотобиореактора (рис. 1). В нем используются водоросли для выработки высокоэффективного биотоплива. Параллельно фотобиореактор будет извлекать полезные вещества из сточных вод и производить их очистку. Таким образом, производство будущего обеспечит получение питательных сред в виде удобрений, у нас будет большой объем биомассы для выработки биоэфиров, биоэтанола и производства чистой воды. Все, что нам нужно — это солнечная энергия и сточные воды, немного тепла и CO_2 с местной электростанции. То есть вам нужен фотобиореактор для выращивания водорослей, в него закачивается вода, обеспечивается проникновение солнечного света. На выходе вы имеете взрослые водоросли. Из потока recycling вы извлекаете полезные соединения, из которых сами производите биотопливо.

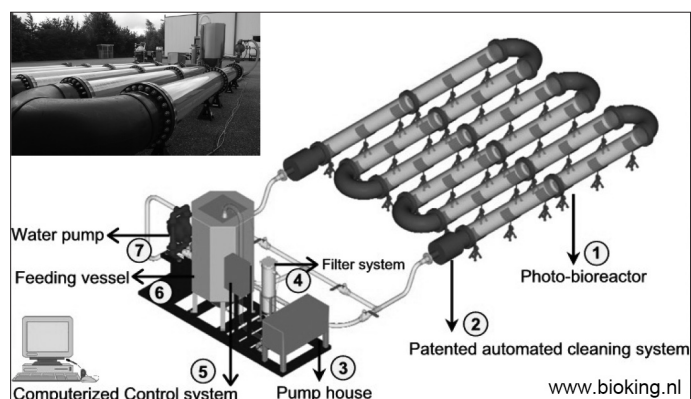


Рис. 1. Схема фотобиореактора

Как можно будет использовать биотопливо после его получения? Самое простое — это сжечь. Горение — это совокупность разных реакций, которые происходят с выделением света, тепла и излучения. В меньшем масштабе вы можете использовать эти материалы для изготовления гранул для обогрева в печах различной конструкции с автоматическим или ручным управлением. С другой стороны, можно использовать биомассу напрямую, взяв за основу отходы производства лесной промышленности. В виде гранул биомасса легко транспортируется и хранится. Можно хорошо упаковать биомассу низкой плотности в однородные гранулы. В крупном масштабе можно по-прежнему использовать гранулы, биотопливо, отходы

производства для эксплуатации нагревательных котлов и производства электричества и тепла для последующего снабжения потребителей. Технология известная и недостатка в производителях оборудования нет.

Когда вы произвели электричество и тепло, то скорее всего вами налажено производство в локальном масштабе. Чем отличается обычный подход и подход с точки зрения экогорода? Упомяну о реальном примере из практики Китая. Предположим, население города составляет 20 тыс. человек. Для выработки электроэнергии используется сжигание угля. Отдельные установки служат для центрального отопления. Город расположен на севере Китая, где зима длинная — по восемь месяцев. Поэтому жилье необходимо обогревать. Потребление угля в среднем составляет 24 тонны в час, что приводит к выбросам в атмосферу 43 тонн CO_2 каждый час, и так в течение свыше 8000 часов каждый год. Если построить здания в соответствии с соблюдением требований экогорода, наладив местное производство тепла и электричества, чтобы снизить потери на передачу на дальние расстояния, и использовать биомассу для эффективного обогрева гранулированными продуктами, то потребление гранул составит 4 тонны в час. А выбросы CO_2 в атмосферу, по данным расчетам, составят ноль. Очень большая разница. Если вы будете использовать подходы экосити для строительства домов, интегрируя в конструкцию солнечные батареи, то вы будете получать дополнительное электричество, которое можете использовать в домашнем хозяйстве. Получается еще большее отличие.

Мы рассмотрели процесс горения. Можно использовать твердое сырье для производства газа. В рамках такого процесса мы можем перерабатывать твердые отходы, получать чистый газ и использовать его с той же целью, с которой используется биогаз. Можно преобразовать газ в водород и заполнять им топливные элементы. Топливные элементы непосредственно превращают водород в электричество, а, используя высокотемпературные окисно-топливные элементы, мы также получаем тепло. Такая работа уже ведется в ряде исследовательских центров, в том числе, и в Финляндии. 100 кВт электричества и 300 кВт тепла уже вырабатывается на экспериментальной установке круглый год, то есть показано, что установка способна снабжать здание и электричеством и теплом. Естественно, самая большая трудность на сегодняшний день — это затраты, потому что стоимость топливных элементов почти в десять выше, чем стоимость микротурбины, имеющей аналогичные показатели. Но я уверен, что цены будут снижаться.

Газификацию можно использовать в большем масштабе. Мы очищаем газ и сжигаем в двигателе на газе или в газотурбинной установке. Работоспособность установки с высоким КПД доказана, вы можете вырабатывать электричество, тепло для обогрева домов. Мощность такой установки достаточна, чтобы обслужить 20 тысяч человек, живущих в экогороде. Для реализации проекта нужны незначительные инвестиции в размере 5 млн. евро, что указывает и на высокую отдачу от инвестиций капитала.

Можно превратить биогаз в биотопливо или превратить водоросли, выращенные в биореакторе, в биотопливо. Такая конверсия производится в рамках так называемой технологии превращения биомассы в жидкие продукты. В результате мы получаем биодизельное топливо, обогащенное эфирами. Это, разумеется, может быть и этанол. Компания ST1 в Финляндии запатентовала высокоэффективный процесс, с помощью которого несортные бакалейные товары и отходы пищевого производства можно использовать для получения биоэтанола.

Мы можем использовать биомассу на основе древесины для газификации и получения биоэтанола и биометанола или развертывать установки следующего поколения для переработки биомассы в дизельное топливо. Две компании в Финляндии приняли решение начать крупнотоннажное производство. Если же рассмотреть такой подход с учетом традиционных технологий, таких как технологии переработки бумаги, то вы можете воспользоваться 100% выделяющегося тепла. Высоким оказывается и КПД всей системы: 50% сырья будет идти на производство дизельного топлива из древесной биомассы, а оставшиеся 50% используются во внутреннем технологическом цикле. То есть ключевым словом здесь является интеграция.

Разумеется, можно рассматривать упрощенные технологические подходы с невысокой производительностью. Если произвести нагрев твердого топлива или, например, водорослей до 400 °С, то начнется процесс пиролиза. Это переход жидкого топлива в другое фазовое состояние. В результате получается биотопливо, которое также можно использовать для обогрева, а при надле-

жащей очистке оно может применяться и как топливо в транспортной промышленности. Причем, масштаб производства будет незначительным. Мы говорим о нескольких тысячах тонн в год. Несколько гектаров, один фотобиореактор, и мы получаем необходимые объемы биотоплива.

В заключение я хочу еще раз подчеркнуть, что экогород может производить самостоятельно и тепло, и электричество. В качестве сырья используются биомасса, которую выращивают поблизости от города, коммунальные отходы. Технология является энергосберегающей. В дело идут другие возобновляемые источники энергии, например, термальные, энергия ветра, солнца и др. Производство является воспроизводимым, что означает, что мы вырабатываем больше энергии и тепла, чем нам необходимо из местного сырья. Производство является децентрализованным, что означает, что вместо громоздких энергетических установок, работающих вдалеке и обладающих заметными потерями во время транспортировки и распределения тепла и электроэнергии, мы производим и тепло и электричество на месте. База для развертывания технологии основана на различных видах биомассы, на небольших установках для ее сжигания с целью выработки тепла и электроэнергии и возможности масштабирования технологии, что уже практически доказано. Можно использовать материалы, которые мы находим в природе, и можно распространять. Биогаз находит широкое применение в экосистеме в разных областях. Его потребление не требует сложного технического оснащения. Источниками производства энергии также являются термальное тепло, ветер и солнечная энергия.

Биогаз и биомасса производятся на местных установках с помощью использования местного сырья. Наш подход именуется «глобально-оптимальный местный проект». Если прочесть первые буквы английского названия подхода: «Globally Optimized Local Design», то получится слово «GOLD» — золото. Это также является целью нашей деятельности.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

СТЕПЕНЬ УСТОЙЧИВОГО ПРОИЗВОДСТВА БИОХИМИКАТОВ И МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БИОМАССЫ

ГВИДО РАЙНХАРДТ*

*Институт по исследованиям энергии и окружающей среде,
Гейдельберг, ФРГ*

Я хотел бы выразить благодарность организационному комитету за возможность выступить на конгрессе. Конгресс можно рассматривать как продолжение моей деятельности в Москве, так как два года назад я уже здесь был, принимал участие в конференции и делал доклад по применению биоэтанола в биоэнергетике.

Я работаю в Институте по исследованиям энергии и окружающей среде — Institute for Energy and Environmental Research (IFEU), являюсь директором по науке, отвечая за биоэнергетику. В области биоэнергетики я работаю более 20 лет. Сейчас область моих научных интересов сместилась ближе к биохимикатам и материалам на основе биологического сырья.

Наш институт был организован 30 лет назад. Это — независимая частная исследовательская организация. Мы работаем по ряду природоохранных вопросов, среди которых находятся и вопросы биоэнергетики и использования биомассы. В оценках мы используем собственные инструменты и наработки, поскольку Excel и другие продукты класса электронных таблиц не столь мощны и не позволяют провести оценку всего жизненного цикла технологии. Среди наших клиентов — Всемирный банк, подразделения ООН, министерства, представители промышленных кругов, Европейская Комиссия, представители промышленности, компании, фонды и т.д.

Спектр современного использования биомассы довольно обширен (рис. 1). Видно, как это влияет на все ключевые сегменты экономики.

Теперь в двух словах о том, насколько устойчивым является снабжение материалами на основе биомассы,

насколько они будут воспроизводимыми. Фактически я буду ссылаться сослаться на две публикации нашего института. Они появились в печати недавно. Одна работа называется «Использование биомассы в химической промышленности», другая — «Промышленная конверсия биомассы». Их можно скачать с нашего web-сайта.

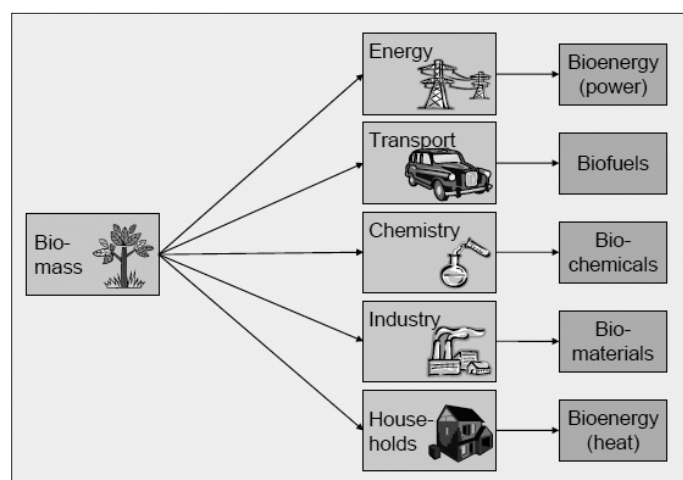


Рис. 1. Использование биомассы для различных целей

Если говорить о воспроизводимом использовании биомассы, то необходимо отметить потенциал биомассы, о последствиях для экологии и затратах. Поэтому я хотел бы подчеркнуть именно эти три аспекта. Существуют многочисленные исследования по потенциалу использования биомассы в мировом масштабе. Этот потенциал может варьировать от незначительных до гигантских значений.

А если диапазон изменений столь широк, это означает, что делаются различные допущения. Мы внимательно подошли к оценке ситуации и сделали вывод, что спектр не столь и широк, однако потенциал по-прежнему велик. То есть мы пришли к выводу, что у нас достаточно широкая вариация и мы не знаем, что произойдет через

* Автор для переписки:

© 2008 г. Guido Reinhardt

Institute for Energy and

Environmental Research, Heidelberg, Germany

Ph: + 49-6221-4767-07-81

E-mail: Guido.reinhardt@ifeu.de

20 или 30 лет. Но, если мы окажемся в нижней части прогнозов по потенциалу, то должны обеспечить высокий коэффициент полезного действия использования биомассы. Это подводит нас к вопросу экологически дружелюбного использования биомассы, поскольку мы должны работать максимально эффективно.

Если мы будем обсуждать последствия для экологии, то и здесь отмечаются как положительные, так и отрицательные моменты. К положительным, например, относятся снижение выбросов CO_2 и использование биохимических препаратов. Поэтому для ответа на вопрос, получим ли мы положительный или отрицательный результат, нам необходимо определить баланс по общепризнанной методике жизненного цикла для всей мировой промышленности, для того чтобы понять, какие результаты мы получим.

Я не буду вам детально описывать методологические аспекты этого международно признанного алгоритма расчетов. Однако подчеркну, что если мы описываем весь жизненный цикл, то должны взять его во всей совокупности, с начала — до конца. Мы должны провести сравнение всех биологических материалов и биотоплив по всему жизненному циклу с обычными химикатами, не забывая о побочных материалах. И в процессе работы мы должны посмотреть на все входные материалы, которые проникают в жизненный цикл и покидают его, затем посчитать баланс и оценить, приводят ли новые материалы к снижению выбросов парниковых газов и дают ли они экономию ископаемых ресурсов или нет. Мы проводим такие расчеты не только для оценки энергетического баланса и экологического воздействия, но также и для расчетов влияния на окружающую среду, например, уменьшение озонового слоя, повышение кислотности и др. Если все указанные параметры учтены точно, то оценка жизненного цикла проведена корректно.

Приведу некоторые примеры расчетов. Биомассу можно использовать в различных областях: для получения биоэнергии, в транспортной промышленности в виде биотоплива. Однако я хотел бы подробно остановиться на биохимикатах и биоматериалах. Если рассматривать биохимический аспект, то обычно для производства биохимических препаратов используется биотехнология или заводы по переработке биомассы. Разработаны технологии получения биохимикатов. Я начну с технологии получения лигноцеллюлозы на установках по переработке биоматериалов. Если подробно рассмотреть процесс, то можно сделать вывод, что на одном и том же предприятии можно производить десятки других биохимических препаратов.

Разрешите привести конкретный пример для того, чтобы показать вам, как работает техника оценки жизненного цикла. Вы поймете, насколько важно учитывать все потоки сырья и материалов. Рассмотрим завод переработки соломы. Результатом биотехнологической переработки здесь являются продукты на выходе — этанол, тетрагидрофуран и другие вещества.

Анализ по методу жизненного цикла предполагает проведение сравнения с обычными или ископаемыми веществами, которые вы замещаете биохимическими препаратами. Анализ энергетического баланса указывает на преимущества или затраты, вызванные заменой ископаемых веществ биохимическими продуктами. Такое замещение дает неоспоримую экономию ископаемых видов топлива: 250 ГДж — это впечатляющая цифра экономии.

Завод по переработке биологической массы может обеспечить существенную экономию ископаемых видов топлива. Можно посмотреть на другие параметры, такие как выбросы парниковых газов и снижение кислотности среды. Они также положительны, то есть снижается объем выбросов парниковых газов и кислотная нагрузка на окружающую среду. То есть замена обычных веществ на биохимические продукты снижает экологическую нагрузку.

Однако это еще не все. Я привел один пример из сотни возможных. Если привести другой пример, то мы можем получить совершенно иной, диаметрально противоположный результат. Рассмотрим другой завод по переработке биомассы, например, производящий молочную кислоту, лизин и другие. При анализе такого производства видно, что здесь нет преимуществ в виде экономии ископаемых источников энергии и снижения выбросов парниковых газов. Такая система уже не снижает нагрузку на окружающую среду. Более того, выбросы парниковых газов увеличиваются несмотря на использование приемов переработки биомассы.

Я хотел проиллюстрировать мысль, что завод по переработке биомассы может иметь различные показатели. И вывод, который мы должны сделать, звучит так: разные технологии переработки биомассы обладают различными показателями нагрузки на окружающую среду. Надо рассмотреть все параметры, учесть характеристики сырья, особенности технологии, типы производимых материалов и др.

Мой первый вывод заключается в следующем: все системы переработки биомассы имеют высокий потенциал снижения нагрузки на окружающую среду, однако их необходимо внимательно изучить и выбрать технологию,

которая окажется максимально эффективной с точки зрения разгрузки окружающей среды.

Есть еще один подход к использованию биомассы. Это — не биотехнология, это — так называемая платформа производства сингаза. Сингаз вырабатывается по разным технологическим схемам. В свою очередь, существуют приемы производства биохимических препаратов из сингаза.

Различные соединения: этанол, метанол, олефины — производятся из сингаза. Если сравнить результат с инновационными конверсионными биотехнологиями и обычными конверсионными биотехнологическими процессами, то мы получим большую разницу в объемах выбросов парниковых газов. Имеется перспективная технология производства фенолов, что означает, что в перспективе мы можем использовать лигнин в качестве исходного сырья.

В частности, это означает, что, если в будущем мы будем говорить о переработке всей биомассы для получения биохимических препаратов, то у нас есть два варианта. Либо мы производим сингаз и используем блоки С1, или мы производим высокомолекулярные компоненты и получаем более сложные молекулы. Если вы будете производить низкомолекулярные вещества, то у вас окажется незначительной экономия по парниковым газам, однако потенциал замещения окажется огромным.

Но если будут производиться сложные химические компоненты, то экономия на выбросах парниковых газов будет высокой, а замещение обычных химических препаратов биохимическими окажется небольшим. То есть мы можем идти как по одному стратегическому пути, так и по другому для реализации полного потенциала.

Если говорить о биомассе, то непосредственное превращение биомассы в биопрепараты представляется перспективным с точки зрения снижения выбросов парниковых газов. Однако заметных преимуществ для технологии такой путь не обещает. Основной вопрос — и это второй мой вывод — заключается в следующем: только в комбинации использования биомассы как исходного сырья, конверсионной технологии и линии производимых продуктов можно обеспечить снижение нагрузки на окружающую среду.

С другой стороны, я уже отмечал, что можно использовать биомассу для производства топлива в транспортной индустрии. Если вы сравните такие технологии с производством биохимических веществ, с потреблением на транспорте и биоэнергетикой, то вы получаете примерно тот же потенциал защиты окружающей среды. Это говорит о том, что использование биомассы на транспорте

не столь привлекательно с точки зрения охраны природы, как получение из нее энергии или биохимических препаратов.

В чем особенность сегодняшней ситуации? Сегодня мы являемся свидетелями активной конкуренции за использование биомассы для производства биотоплива для транспортной промышленности. В будущем большая часть биомассы будет использоваться для энергетики и химии, что даст большой потенциал по защите окружающей среды, а в транспорте такой потенциал не столь велик.

Таким образом, в ближайшей и среднесрочной перспективе мы должны использовать биомассу во всех областях и развивать технологии ее переработки. В отдаленной перспективе мы должны сконцентрироваться на использовании биомассы в химии, а также в некоторых вариантах получения энергии. Нам нужно оптимизировать технологию, для этого нам потребуются разработать новые линии продуктов, и нам необходимо гарантировать, что экономика производства таких продуктов является прибыльной.

Два слова о затратах на сокращение выбросов CO_2 . Сейчас ведутся активные дебаты по вопросу, какова цена снижения выбросов углекислого газа на одну тонну. Мы видим, что затраты кардинально разнятся от одного производства к другому, если речь идет об экономии на выбросах CO_2 . Особенно это относится к биомассе. Если мы используем биомассу для обогрева гранулами, то затраты равны 10 Евро на одну тонну за снижение выбросов CO_2 .

А если посмотреть на транспортный сектор, то экономия составит 200 Евро. То есть различие между показателями превышает один порядок величин. Если же говорить о биохимии и биологических материалах, то мы находимся в установленном интервале и в основном зависим от типа биохимического соединения. Все варианты переработки биомассы могут конкурировать с другими технологическими вариантами. Но все варианты по биомассе являются самыми привлекательными с точки зрения снижения выбросов CO_2 .

Итак, я подошел к своим окончательным выводам: мы можем использовать биомассу для производства биохимических препаратов и материалов на основе переработки биомассы. Такие производственные схемы обладают значительным потенциалом привлекательности в области защиты окружающей среды. Но не все варианты сулят экономическую выгоду.

Поэтому из всего разнообразия производств мы должны выбрать варианты, которые будут широко ис-

пользоваться в перспективе. В выбранных вариантах предстоит оптимизировать комбинированный подход к использованию биомассы, тип конверсионных технологий и виды конечных продуктов.

Мы должны использовать биомассу во всех секторах в ближайшие 10–20 лет, после чего мы надеемся, что применение биомассы в биохимии и биоэнергетике станет доминирующим и обойдет объемы ее использования в транспортной индустрии. Необходимо проводить расчеты по методике полного цикла для оценки влияния на экологию. Алгоритм хорошо себя зарекомендовал

для оценки производства биохимикатов и материалов на основе биомассы. Данный метод расчетов можно применить для оптимизации системы. У нас есть инженерные, экономические трудности и трудности с логистикой. Нам нужно будет сделать все возможное, чтобы их преодолеть и перейти к устойчивому развитию индустрии, основанной на биомассе.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

АНАЭРОБНОЕ СБРАЖИВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО БИОГАЗА ИЗ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ГЕРМАНИИ

МАЙКЛ КОТТНЕР*

*Международный центр по биогазу и биоэнергетике,
Кирхберг на Ягсте, Германия*

Хочу поблагодарить организаторов за приглашение. Это моя первая поездка в Россию и в Москву. В течение последних десяти лет в нашу ассоциацию ежегодно приезжают молодые студенты, студенты, изучающие сельское хозяйство, с целью изучения биогазовой технологии. Обучение длится один день и проводится в форме интенсивного семинара. Нами было отмечено, что интерес к биогазовой технологии у нового поколения фермеров из России постоянно растет. Это тоже одна из причин моего участия в этой конференции. В ходе моего выступления речь пойдет о биогазовой технологии в Германии, а именно: об анаэробном сбраживании, производстве биогаза из биологических отходов и энергетических сельскохозяйственных культур.

В первую очередь, я хотел бы представить вам Международный центр по биогазу и биоэнергетике — Internationale Biogas und Bioenergie Kompetenzzentrum (IBBK). Наш центр представляет собой разветвленную систему. Мы распространяем научные знания на практическом уровне. Наш центр проводит большое количество конференций. При консультировании мы комбинируем научные и практические знания. Наш центр занимается обучением, организует экскурсии и ознакомительные поездки для студентов, интенсивные курсы для операторов установок производства биогаза, число которых постоянно увеличивается.

Биогазовая технология является основным направлением деятельности нашего центра. Помимо этого, мы занимаемся изучением получаемого из древесины газа,

использованием растительного масла в работающих на фермах автомобилях и тракторах, а также экологической санитарией с использованием органических веществ в качестве удобрений. Под экологической санитарией понимается экологическая очистка сточных вод.

Однако сегодня мы говорим о биогазовой технологии. Сначала рассмотрим биогаз, образующийся при разложении отходов. Данный газ образуется из органических веществ, а именно — из отходов. В отходах содержится в среднем 30–60% органического материала. При разложении органических материалов образуется газ, который можно использовать как природный. Помимо этого, мы можем использовать газ, получаемый при очистке сточных вод. Использование данного метода возможно в жилых районах. Далее, биогаз можно получать из отходов животноводства, энергетических сельскохозяйственных культур и биологических отходов.

На конгрессе сегодня много говорилось о потенциальных возможностях. Я хочу продемонстрировать, на что способен биогаз. Получение биогаза связано с сельским хозяйством. Биогаз получают из навозной жижи, побочных продуктов растениеводства, а также энергетических сельскохозяйственных культур. В производстве биогаза энергетические сельскохозяйственные культуры имеют наиболее высокий потенциал. Потенциал и количество производимого фермой биогаза будут зависеть от того, какой процент земли будет выделен для выращивания энергетических сельскохозяйственных культур. Несколько менее высокий потенциал имеет биогаз, получаемый из разложения отходов. Объем биогаза, получаемого в Европе за счет разложения отходов, снижается. Существует распоряжение, запрещающее выброс на свалку органических веществ. Перед вывозом на свалку все отходы проходят процесс переработки. Именно по этой причине объем биогаза, получаемого за счет разложения, постоянно снижается. Потенциал по-

* Автор ля переписки:

© 2008 г. Michael Koettner

International Biogas and Bioenergy Centre of Competence IBBK

Am Feuersee 6, 74592 Kirchberg an der Jagst, Germany

Phone: +49-7954-926-203

Fax: +49-7954-926-204

E-mail: info@biogas-zentrum.de

лучения газа из промышленных и коммунальных сточных вод практически полностью исчерпан. Потенциал получения биогаза из промышленных отходов органического характера по-прежнему остается высоким. В некоторых районах Германии плотность размещения установок для получения биогаза настолько высока, что сырья для них практически не осталось. Итак, сельское хозяйство остается основой для производства биогаза.

Биогаз состоит из метана, углекислого газа и незначительного количества примеси других газов. В составе биогаза около 60% приходится на биометан. Газ аналогичен природному газу, но является продуктом собственного производства. В поставке газа нет перебоев, газ является постоянно рентабельным. Он всегда есть в наличии.

В Германии было проведено много исследований, цель которых заключалась в изучении потенциала энергетических сельскохозяйственных культур и биогаза. Энергетические сельскохозяйственные культуры, выращиваемые на 10% сельскохозяйственных земель, могут заменить половину импортируемого из России природного газа, или же 17% вырабатываемой в Германии энергии, или 20% потребляемого Германией природного газа, или 35% потребляемого Германией автомобильного топлива. Внушительно, не правда ли? Данное исследование провел один из моих немецких коллег и, конечно же, данный вопрос необходимо рассмотреть более подробно.

Давайте теперь оценим развитие биогазовой промышленности в Германии за последние несколько лет. Потенциал, и именно электрический потенциал, за последние годы практически удвоился. В объеме производимой в Германии электроэнергии на биогаз приходится 1,4%.

Доля биогаза в производстве электроэнергии, получаемой из возобновляемых источников энергии, составляет 10%. Общий оборот биогазовой промышленности, в состав которой входит около 1000 компаний, в 2006 году составил 1 миллиард долларов. Значительная часть вырабатываемой энергии идет на экспорт. Биогазовая промышленность развивается и развивается не только у нас, но и в других странах. Я знаю, что отдельные компании смонтировали установки производства биогаза в Белоруссии. Мне не известно, размещены ли такие установки в России, но могу предположить, что установки для выработки электроэнергии из биогаза размещены и в вашей стране. К сожалению, рост числа новых установок по производству биогаза в Германии замедлился (рис. 1). В 2007 году было построено только 200 установок по производству биогаза, в то время как в позапро-

шлом году — около 800. Такая тенденция обусловлена повышением цен на энергетические сельскохозяйственные культуры.

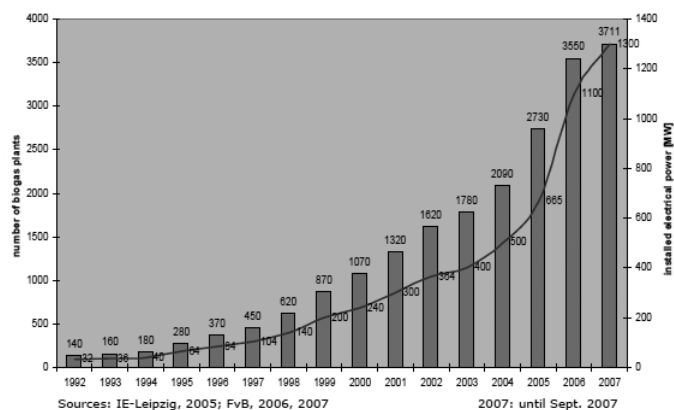


Рис. 1. Динамика роста числа установок по производству биогаза в Германии за 1992–2007 гг.

Около 10 лет назад, в девяностые годы, в производстве биогаза наблюдался постоянный рост. Для производства биогаза использовалась навозная жижа: коровий навоз, свиной навоз, куриный помет, а также промышленные отходы. Производство биогаза резко возросло в 2006 году. Связано это было с тем, что использование энергетических сельскохозяйственных культур для производства биогаза стало экономически выгодным. В 2004 году мировые цены на сырье и зерно находились на уровне исторического минимума. На данном этапе цены продолжают увеличиваться, отсюда возникают проблемы, с которыми мы сталкиваемся уже сейчас.

Почему это происходит, я объясню несколько позже. Давайте обратимся к тому, как размещены установки выработки биогаза в Германии. Существует специальная карта, на которую нанесены функционирующие биогазовые комплексы. В центрально-южном районе Германии, где я живу, около 35–40% электрической энергии вырабатывается установками по производству биогаза. В данном регионе производится около 100 мегаватт энергии. Здесь расположены мощные установки по производству биогаза. В Германии, конечно же, нет таких больших фермерских хозяйств, как в России; поэтому установки по производству биогаза не очень мощные, однако мощность таких установок постоянно растет. Некоторые установки по производству биогаза вырабатывают от 500 киловатт до 1 мегаватта энергии. Для производства 1 мегаватта энергии необходимо задействовать от 250–300 до 600 гектаров земли. Площадь значительная. Площади ферм в Германии гораздо меньше. В Германии площадь ферм

в среднем составляет 50 гектаров. Можете представить себе, что происходит: есть земля, но ее назначение вызывает недовольство.

Германия является самым крупным производителем биогаза в Европе. Половину составляет биогаз, получаемый при разложении отходов, и газ из сточных вод; вторая половина приходится на сельскохозяйственное производство. В Великобритании практически отсутствуют установки, вырабатывающие биогаз из отходов сельскохозяйственной промышленности. Часть биогаза получают из сточных вод, а часть из разложения отходов. Только в 2006 году Германия обогнала Великобританию по производству биогаза. Общий объем производимого в Евросоюзе биогаза равен 5,3 млн. т условного топлива. Третье место занимает Италия, четвертое — Испания. Однако по выработке биогаза из отходов сельскохозяйственного производства лидирующие места занимают Германия, Австрия и Дания.

Давайте рассмотрим установки по производству биогаза в Германии. Производительность установок достигает 500 киловатт — величина очень существенная. Используются два вида анаэробных бактерий. Для ускорения процесса сосуда нагреваются. Материал поступает в реакторы. Установка производительностью до 500 киловатт использует в день от 30 до 60 тонн материала. Установка, если можно так выразиться, работает в голодном режиме. Она потребляет много сырья. В результате установка вырабатывает электричество, которое поступает в сеть. Проблем со сдачей электричества в распределительные сети нет. Законодательно все вопросы отрегулированы. Однако предпочтение приходится отдавать производству биогаза и производству электроэнергии из биогаза. Итак, у нас есть доступ к электрическим сетям, и при этом мы можем использовать вырабатываемую энергию как местно, так и для теплоснабжения прилегающих районов.

Тепло необходимо использовать более широко. В Германии только около 10% установок по производству биогаза используются для выработки тепла. Потенциал здесь, безусловно, очень большой. Объем производства электроэнергии составляет 40%. Остальные 42–45% — это тепло, оставшаяся часть приходится на потери. Тепло может быть использовано для разных целей. Часть вырабатываемого тепла идет на нагрев реакторов, остальные 35–50% могут быть использованы для теплоснабжения прилегающих районов или для других целей.

Также хотелось бы рассказать о разнице между анаэробным сбраживанием и компостированием — это

может быть для вас интересным. При анаэробном сбраживании одной тонны сырья вырабатывается от 300 до 600 кВт/ч энергии. На ферментацию одной тонны компоста уходит до 100 кВт/ч. При анаэробном сбраживании во время переработки биологических отходов вырабатывается электроэнергия. Стружки из древесины не подходят для анаэробного сбраживания, однако любой жидкий материал работает вполне эффективно. Я не буду подробно останавливаться на перечне отходов и энергетических сельскохозяйственных культур, которые могут использоваться для производства биогаза.. Хотелось бы показать, что выход биогаза бывает разным. При переработке навоза (коровьего, свиного, куриного и индюшиного помета) выход биогаза невелик. При переработке жировых продуктов, кукурузного силоса, травы, остатков хлеба, зерна выход газа является высоким.

Но не следует делать поспешных выводов. Хотелось бы продемонстрировать, что как производство, так и компостирование энергетических сельскохозяйственных культур, возможно проводить одновременно. В этом есть ряд преимуществ. Например, близость к установкам по производству биогаза. Выращивать энергетические сельскохозяйственные культуры могут сами фермерские хозяйства. Выращивание данных культур не загрязняет почву. Энергетические сельскохозяйственные культуры используются как сырье на многих установках по производству биогаза. В Германии энергетические сельскохозяйственные культуры выращивают на площади 400000 га. Но, как я уже упомянул ранее, цены на энергетические сельскохозяйственные культуры растут. В настоящее время цены на энергетические сельскохозяйственные культуры и злаки достигают 250 евро за 1 тонну. Цена слишком высока, чтобы использовать энергетические сельскохозяйственные культуры для производства биогаза.

Для производства биогаза из отходов требуется более высокий технологический стандарт. Совершенные технологии нужны как для сепарирования, так и для очистки отходов. Затраты оказываются существенно выше. Капитальные затраты растут. Получить разрешение не всегда просто. Сельскохозяйственные субсидии отсутствуют. Доход поступает от сборов за утилизацию отходов и от продажи энергии. Давайте посмотрим на два вида реакторов: реакторы на фермах и реакторы, используемые в промышленных установках. Варианты могут быть разными: реакторы, изготовленные из стали или бетона, горизонтальные или вертикальные — как в бетонном, так и в стальном исполнении. Также существуют системы гаражного типа. Разработаны они были

совсем недавно. В данных системах отсутствует хранение, в них осуществляется только фильтрация.

В заключение необходимо дать обобщающие выводы. Сначала хотелось бы сказать, что технологический стандарт в Германии более жесткий. В биогазовой промышленности работает около 1000 компаний. В производстве биогаза задействованы около 3700 установок. Планируется начать подачу биогаза в газораспределительные системы.

Биогаз используется так же, как и топливо для автомобилей. Тепло используется для реакторов и для производства удобрений. Препятствием являются высокие цены на энергетические сельскохозяйственные культуры. Установки для производства биогаза подорожали из-за подорожания сырья. Возрастает и число жалоб от населения. Отходов для ферментации недостаточно.

Не столь привлекательные экспортные условия также сдерживают темпы роста. Можно сказать, что половина существующих заводов по производству биогаза находится в сложной финансовой ситуации. Мы ждем принятия новых законов в этой области, ждем новых инициатив. Мы получаем 17 евроцентов за кВт/ч электроэнергии, получаемой из биогаза. Ввиду возрастающих цен на энергетические сельскохозяйственные культуры цена на электроэнергию должна быть увеличена. Целью Федерального Правительства Германии является замена 10% природного газа биогазом к 2030 году. Так что нам есть к чему стремиться.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

УВЕЛИЧЕНИЕ БИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ЕВРАЗИИ

ПИТЕР ЭРЕНХЕЙМ*

GE Healthcare, Life Sciences, Упсала, Швеция

Биофармацевтика имеет большие перспективы в Евразии в связи с демографической ситуацией и запросами, возможностью производства биодженериков первого поколения, управляемыми технологическими и ценовыми вопросами, наличием квалифицированных кадров.

GE Healthcare может предложить для дальнейшего прогресса данной отрасли три комплементарные технологические платформы:

- широкие диагностические возможности (включая лучевые, биохимические);
- новейшие информационные технологии;
- достижения наук о жизни (биомаркеры, конструирование лекарств и т.д.).

В конкретном аспекте предлагаются следующие подходы. Биофармацевтика имеет несомненные преимущества в области терапии по сравнению с традиционными схемами и средствами лечения. В арсенале средств первой имеют препараты для прецизионного воздействия на патологические мишени, как правило, парентеральные. Среди них — белки и нуклеиновые кислоты: моноклональные антитела, вакцины, гормоны, факторы крови, ДНК, РНК. В распоряжении врачей есть клетки, наработанные в биореакторах.

Традиционные фармпрепараты уступают: они чаще всего перорального применения, обладают небольшой молекулярной массой, производятся с помощью химического или органического синтеза. В пользу такого сравнения говорит и динамика продаж за последние десять лет: здесь биофармацевтические препараты держат верх — у них рост 10% (у низкомолекулярных лекарств только 1%).

* Автор для переписки:

© 2008 г. Peter Ehrenheim
President & CEO, GE Healthcare, Life Sciences
SE-751 84 Uppsala, Sweden
Tel: 018 612 1990
Fax: 018 612 1910

Есть очень показательная схема, на которой приведен объем производства биофармацевтических препаратов и объем доходов за 2006 год (рис. 1).

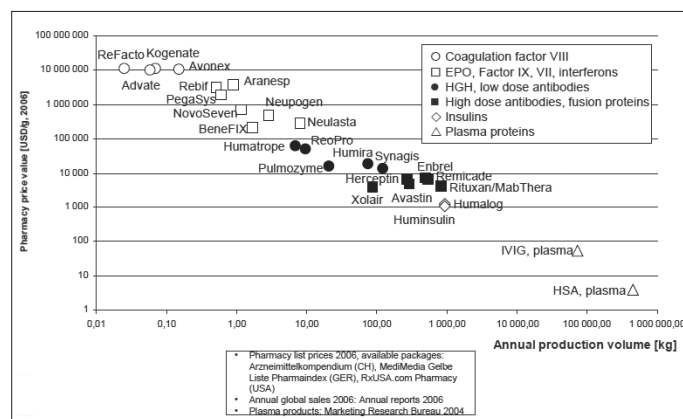


Рис. 1. Объем производства биофармпрепаратов и объем доходов за 2006 год

На рисунке 1 видно, что выше всех по указанным параметрам находятся факторы крови, интерфероны, затем — антитела, инсулины, белки плазмы.

Крайне интересно проследить появление биофармацевтических препаратов за последние пять десятилетий, которые являются продукцией компании General Electric.

В 60-е годы открылась возможность на колонках с сепарозой характеризовать белки. В 70-е годы был получен чистый инсулин.

В 80-е годы удалось выделить хроматографически чистые белки плазмы, получить гибридные моноклональные антитела (МАТ). В 90-е годы было налажено производство рекомбинантных инсулина, тканевого активатора плазминогена, эритропоэтина, фактора VIII. В 2000-е годы стало возможным получать широкий спектр МАТ.

Условия бизнеса также предпочтительны для разветвления биофарминдустрии.

Компания GE Healthcare реализует свою деятельность по трем направлениям: знания, технологии, процессы.

В области знаний больше внимания, помимо экспертной работы, уделяется вопросам образования и обучения. Для этого созданы специальные курсы — GE Fast Trak Centres по различным разделам биофармацевтики (хроматография, биопроцессинг, трансфер технологий, GMP и др.).

Примерная тематика курсов выглядит следующим образом:

- Введение в методы хроматографии и биопроцессинг.
- Развитие поточных биопроцессов.
- Загрузка крупных колонок.
- Регламенты в хроматографических процессах.
- Биопроцессинг с использованием мембранного разделения.
- Поточный биопроцессинг моноклональных антител.
- Применение контрольной системы UNICORN™ в хроматографии и автоматической системе фильтрации.

В области технологий внедряется все самое прогрессивное: подбор оптимальных платформ для технологических процессов; использование новых реагентов, дающих экономию времени и финансовых средств; применение методов одновременной параллельной обработки пластин с большим числом ячеек (96) и т.д.

Требуется реализация контрольных мероприятий: выдерживание стандартов (в том числе GMP), ведение документации, Наряду с контролем оборудования, производимого GE, необходимо контролировать задействованные в технологиях технику и реагенты, произведенные другими фирмами.

Важным разделом работы является постоянное внимание к вопросам совершенствования технологий, сбалансированного с экономической целесообразностью. При этом здесь действуют как общие механизмы современного менеджмента (своевременное устранение устаревших проектов, продвижение перспективных проектов и решений и т.д.).

Эффективность производства, его техническое перевооружение и высокая отдача также представляют собой актуальную задачу. В этом плане обязательно внедрение нового поколения колонок Axichrom, налаживание автоматической загрузки колонок, что ведет к экономии времени, и др.

Особым направлением является производство вакцин для борьбы с наиболее распространенными инфекционными заболеваниями (грипп и др.). Здесь главной тенденцией является выбор рентабельных гибких, модульных схем производства.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

СЕДЬМАЯ РАМОЧНАЯ ПРОГРАММА (FP7) ЕВРОСОЮЗА И БИОЭКОНОМИКА, ОСНОВАННАЯ НА ЗНАНИЯХ

АЛЬФРЕДО АГИЛАР*

*Директорат пищи, сельского хозяйства и биотехнологии,
Европейская Комиссия, Барселона, Испания*

Европейский Союз всегда уделял внимание поддержке исследовательских рамочных программ. Показательна динамика выделения финансовых средств по данному направлению на протяжении 1984–2013 гг. (последние годы — прогноз) (рис. 1). Видна тенденция к неуклонному росту — в 2007 году цифра составляет около 8 млрд. евро.

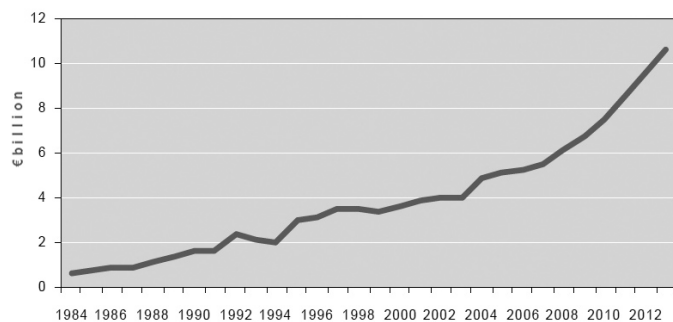


Рис. 1. Рост объема финансирования рамочных программ ЕС в 1984–2013 гг. (в текущих ценах).
Источник: Annual Report 2003, plus FP7 revised proposal

В настоящее время формируется Седьмая рамочная программа ЕС. В ней имеются 7 секторов (научное сотрудничество, идеи, человеческий потенциал, развитие исследовательских способностей, Joint Research Centre, JRC — ядерный и неядерный, EURATOM), в каждом из которых предусмотрен определенный лимит средств.

Так, на сотрудничество в сфере научных исследований выделено 32,365 млн. евро, на идеи — 7,46, на развитие человеческого потенциала — 4,728, на развитие исследовательских способностей — 4,217 и т.д.

Программа FP7 ведет сотрудничество по 10 темам (рис. 2), в их числе:

- здоровье;
- пища, сельское хозяйство и биотехнология;
- безопасность;
- энергетика;
- транспорт;
- космос;
- окружающая среда;
- наноиндустрия;
- информационные и коммуникационные технологии;
- социоэкономические и гуманитарные науки.

На рисунке 2 указано распределение финансовых средств по темам.

Мы с вами обратимся к рассмотрению темы 2. Она полностью звучит так: «Пища, сельское хозяйство, рыболовство и биотехнология». Концептуальной основой данного направления является биоэкономика, основанная на знаниях — «Knowledge-based bio-economy» (КВБЕ). Это объясняется тем, что современная биотехнология во многих странах мира обеспечивает экономический рост, трудозанятость, устойчивое развитие, проникая во все сферы жизни и фактически предопределяя их в экономическом плане.

Пищевые продукты, корма, производственные товары, такие как топливо, пластики, химикаты, смазочные материалы, фармацевтические препараты, выпускаются более технологично и экологически безвредно с помощью биотехнологии. Давно уже стали незаменимыми новые продукты — биотопливо, химикаты зеленой биотехнологии, биопластики, промышленные ферменты, биофарм-

* Автор для переписки:

© 2008 г. Dr Alfredo Aguilar
Head of Unit Biotechnologies
Directorate Food, Agriculture and Biotechnology
Directorate-General for Research
European Commission
Barcelona, Spain
alfredo.aguilar-romanillos@ec.europa.eu

препараты. Они также относятся к классу экологически чистых биопродуктов.

Так что главной целью темы 2 является распространение принципов КВВЕ на пространстве ЕС, а в перспективе — в более широких масштабах.

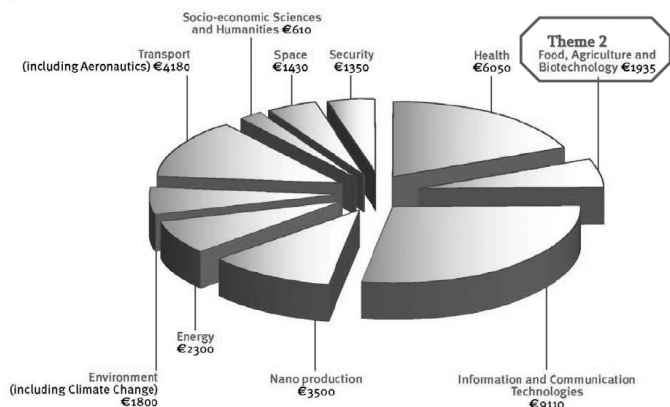


Рис. 2. Распределение финансов программы FP7 по 10 тематическим областям

Дерево целей темы разбивается на ряд приоритетных задач:

1. Способствовать внедрению КВВЕ и активному внедрению производства новых экологически чистых и конкурентоспособных биопродуктов.
2. Реагировать на социальные и экономические изменения:
 - создавать в достаточном количестве высококачественные пищевые продукты;
 - бороться с алиментарно обусловленными заболеваниями;
 - предупреждать заболевания животных и зоонозы;
 - поддерживать сельское хозяйство, рыболовство, реагировать на изменения климата;
 - создавать биоматериалы из возобновляемых ресурсов.
3. Поддерживать другие направления политики ЕС.
4. Быстро реагировать на возникшую потребность в исследовательской работе.
5. Поддерживать координацию Национальных Исследовательских Программ — ERA-NETS.

По теме 2 избраны три направления деятельности:

I (КВВЕ — Activity 2.1) — устойчивое производство биологических ресурсов земледелия, лесного и водного хозяйства;

II (КВВЕ — Activity 2.2) — пища (включая морепродукты), здоровье и благосостояние;

III (КВВЕ — Activity 2.3) — биология, биотехнология и биохимия для устойчивого производства непищевых продуктов и процессов.

В направлении I запланированы следующие проекты (подтемы):

- Санкционированные исследования (технологии «омик», биоинформатика, биоразнообразие) микроорганизмов, растений и животных.
- Конкурентоспособное, устойчивое и многофункциональное развитие сельского и лесного хозяйства, рыболовства, аквакультуры.
- Обеспечение разведения животных; борьба с болезнями животных (включая зоонозы).
- Морские ресурсы, рыболовство, аквакультура.
- Развитие стратегии биоэкономики, основанной на знаниях, сельского хозяйства, рыболовства, а также сельских и прибрежных районов.

В направлении II включены такие проекты (подтемы):

- Потребительские, общественные, промышленные и гигиенические аспекты пищи и кормов.
 - Питание, алиментарно зависимые заболевания и расстройства.
 - Прогрессивные методы обработки пищи и кормов.
 - Улучшение качества и безопасности пищи, напитков и кормов.
 - Концепция общей пищевой цепи.
- Проекты (подтемы) направления III:
- Новые источники биомассы и биопродуктов.
 - Морская и пресноводная биотехнология.
 - Промышленная биотехнология.
 - Биозавод.
 - Экологическая биотехнология.
 - Новые перспективы в биотехнологии.

В данной аудитории особый интерес представляет вопрос о рамочном сотрудничестве ЕС и России в сфере биотехнологии, учитывая контекст вышесказанного.

Между Европейской Комиссией (ЕК) и Федеральным агентством по науке и инновациям (РФ) взаимодействие по вопросам биотехнологии осуществляется следующим образом. Организуется рабочая группа ЕК-РФ по Agro-Bio-Food. В России формируется Национальное контактное учреждение (National Contact Point — bio NCP). Им является Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН. Между ними завязывается координирующая деятельность. В функциональном плане с обеих сторон выдвигаются технологические платформы для сотрудничества. Со стороны Европейской Комиссии

платформы таковы: «Пища для жизни», «Разведение сельскохозяйственных животных», «Глобальное здоровье животных», «Растения для будущего», «Лесной сектор», «Европейское биотопливо», «Промышленная биотехнология», «Сельское хозяйство и рыболовство». РФ предложила такие темы «Безопасность пищи», «Здоровье животных», «Растения», «Лес», «Промышленная биотехнология», «Сельское хозяйство и рыболовство».

Надо отметить, что по итогам 2007 года Россия стоит на втором месте после США по объему сотрудничества с FP7-КВВЕ. В 2008 г. она переместилась на 1-е место. По итогам 2007 года, FP7 установила отношения с рядом российских партнеров: Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, ВНИИРО, Всероссийский НИИ птицеводства и др. Здесь фигурируют темы по рыболовству, поиску новых целлюлаз и гемицеллюлаз для гидролиза лигноцеллюлозной биомассы и др. Работа находится на стадии переговоров.

2008 год открывает новые возможности для российско-европейского сотрудничества в рамках FP7-КВВЕ-2В. Общий объем финансирования — 96,85 млн. евро. На направление КВВЕ-Activity 2.3 Biotechnologies по разделу сотрудничества с РФ («EU-Russia Co-ordinated and Co-funded projects») выделяется 4 млн. евро.

Согласно плану, Европейская Комиссия и Федеральное агентство по науке и инновациям (РФ) согласовывают два совместных российско-европейских проекта: «Вакцины, производимые растениями» и «Молекулярное моделирование оптимального дизайна промышленных ферментов». Российские партнеры будут

финансироваться из средств Роснауки. Предложения по этим проектам будут рассмотрены в соответствии с правилами Европейской Комиссии и критериям FP7, с участием экспертов РФ.

Суть указанных проектов. Проект «Вакцины, производимые растениями» (шифр — КВВЕ-2008-3-1-04) сосредоточивается на создании новых вакцин с использованием растений как продуцентов. Цель — идентифицировать и установить системы, дающий большой выход антигенов, который можно контролировать и воспроизводить. Это касается выбора подходящего вида растений и культуральных условий, оценки иммунных свойств, быстрой наработки вариантов вакцины, новых улучшенных технологий производства вакцин и т.д.

Проект «Молекулярное моделирование оптимального дизайна промышленных ферментов» (КВВЕ-2008-3-2-01) имеет целью создание методов дизайна ферментов, основанных на молекулярном моделировании *in silico*, для того чтобы произвести новое поколение высокоэффективных биокатализаторов для широкого набора субстратов, с улучшенной энантиоселективностью и повышенной каталитической активностью для промышленно важных превращений.

В РФ контакты по вопросу участия в реализации указанных проектов можно установить по следующим адресам: E-mail: vporov@inbi.ras.ru и alenaigorevna@fasi.gov.ru.

Материалы доклада на Международном конгрессе «ЕвразияБио-2008», Москва, 24–25 апреля 2008 г.

К 80-ЛЕТИЮ ДЖЕЙМСА УОТСОНА – ПЕРВООТКРЫВАТЕЛЯ ДВОЙНОЙ СПИРАЛИ ДНК

В.С. ВОРОБЬЕВ*

Общество биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова, Москва



80-летие ныне здравствующего и активно работающего Джеймса Уотсона — это важная дата, которая требует внимания со стороны профессионального сообщества молекулярных биологов. Кроме того, имеется еще ряд знаковых дат, связанных с именем ученого: 55-летие публикации в «Nature» его знаменитой статьи совместно с Ф. Криком, 40-летие выхода в свет книги «Двойная спираль».

Трудно подбирать эпитеты для общей характеристики этого человека. Достаточно сказать, что ему посчастливилось стать соавтором одного из ключевых открытий в науке XX века — расшифровки спиральной структуры ДНК. Больше можно ничего и не добавлять. Однако юбилейная статья требует более подробного рассмотрения и анализа формирования данного исследователя и его научного вклада. Такая задача представляется, на первый взгляд, сравнительно простой, поскольку Уотсон написал за свою жизнь две автобиографии: в 40-летнем возрасте — «Двойная спираль» (1968, есть русский перевод 1969 г.) [4, 13, 15] и спустя 40 лет — «Избегайте скучных людей: уроки из жизни в науке» (2007, на англ. языке) [11]. Тем не менее историко-научное исследование диктует иную методологию, чем автобиографический жанр, и обязывает к более углубленному анализу разных источников. К тому же такая историографическая и биографическая литература имеется в достаточном количестве.

Краткая биография. Джеймс Девей Уотсон (James Dewey Watson) родился 6 апреля 1928 года в Чикаго (штат Иллинойс, США) в семье бизнесмена. Он был единственным ребенком в семье, отличался большими способностями к обучению. После школы он поступил в колледж при Чикагском университете, где заинтересовался орнитологией. По окончании колледжа в 1947 г. со степенью бакалавра зоологии стал студентом Университета Индианы. Здесь его руководителями были лауреат Нобелевской премии 1946 г. Герман Меллер и будущий Нобелевский лауреат Сальвадор Лурия. В 1950 году им была написана диссертация о влиянии рентгеновского облучения на размножение бактериофагов. Надо заметить, что еще ранее в 1945 г. молодой Уотсон обучался в летней школе в Колд-Спринг-Харборе, которая проходила под патронатом выдающегося немецкого физика и биолога Макса Дельбрюка, находившегося в то время в эмиграции в США. М. Дельбрюк, С. Лу-

* Автор для переписки:

© 2008 г. Воробьев Вадим Сергеевич,
к.м.н., член Центрального Правления
Общества биотехнологов России
им. Ю.А. Овчинникова
119071 Москва, Ленинский пр-т, 33
E-mail: obr@biorosinfo.ru

рия и А. Херши составляли так называемую «фаговую группу», которая сосредоточивала внимание на изучении структуры и свойств генетического материала на модели бактериофагов. Именно отсюда у начинающего исследователя пробудился не случайный, а глубокий интерес к познанию генов.

Как постдокторант Национального научно-исследовательского совета он получил стажировку в Дании, в Копенгагенском университете (1950–1951). Его темой там стало биохимическое исследование ДНК бактериофага. Осенью 1951 г. по протекции С. Лурии он переехал в Англию, в Кавендишскую физическую лабораторию Кембриджского университета и начал изучать вместе с Дж.К. Кендрию (будущий лауреат Нобелевской премии по химии 1962 г.) структуру белков. Здесь произошло знакомство Уотсона с британским физиком Френсисом Криком (рис.1). Через 18 месяцев их необычный тандем привел к величайшему открытию в истории биологии — конструированию истинной трехмерной модели ДНК. Далее пути этих ученых разошлись (правда, они вместе трудились короткое время в 1955–1956 гг.).



Рис. 1. Джеймс Уотсон и Френсис Крик (справа) — 1959 год

После публикации статьи Уотсона и Крика о структуре ДНК в журнале «Nature» в 1953 г. [17], сделавшей обоих всемирно известными, американский исследователь вернулся в США и приступил к работе в Калифорнийском технологическом институте (в должности старшего научного сотрудника кафедры биологии). В 1956 году он был приглашен в Гарвардский университет, где последовательно состоял на должностях ассистента профессора, адъюнкт-профессора и полного профессора (с 1961 г.). Там в 1962 г. он узнал о присуждении ему

Нобелевской премии по физиологии и медицине за установление молекулярной структуры нуклеиновых кислот и ее роли в передаче информации в живой материи (совместно с Ф. Криком и М. Уилкинсом).

В Гарварде Дж. Уотсон трудился до 1976 года. Еще ранее в 1968 г. он вошел в штат лаборатории Колд-Спринг-Харбора, где занимал посты директора, президента и ректора. Его блестящая почти 40-летняя карьера на этом поприще прервалась в октябре 2007 года в 79-летнем возрасте после публичной дискуссии о расовых генетических детерминантах умственных способностей, в которой пресса приписала ученому расистские взгляды [9], в связи с чем ему пришлось уйти в отставку.

В Колд-Спринг-Харборе Уотсон в полной мере развернул свой организаторский талант, руководя коллективом, разрабатывающим актуальные направления молекулярной биологии применительно к задачам онкологии, нейробиологии и т.д.

С 2008 года Дж. Уотсон в канун своего 80-летия начал работать советником вновь образованного института — Allen Institute for Brain Science (Сиэтл, штат Вашингтон). Ранее в январе 2007 г. он принял приглашение Л. Белеза, президента Фонда Champahmaud, стать главой научного совета (совещательного органа) Фонда и сформировать его по своему усмотрению.

Специально надо подчеркнуть его руководство Национальным центром исследования генома человека при Национальном институте здоровья (1989–1992).

Вряд ли стоит перечислять список наград и почетных званий, которых удостоен этот экстраординарный ученый. Однако о части наиболее престижных следует упомянуть (кроме Нобелевской премии): член Лондонского Королевского общества (1981), медаль Копли Лондонского Королевского общества (1993), медаль Менделя, член Датской академии наук и искусств, почетный член АН СССР (1989), медаль М.В. Ломоносова (1995), бесчисленные награды на родине (премия Альберта Ласкера — 1960, золотая медаль Джона Дж. Карти Национальной академии наук — 1971, Президентская медаль Свободы — 1977, медаль Беджамина Франклина за выдающиеся достижения в науке — 2001, и др.), наконец, звание почетного рыцаря Британской империи (2002).

Как особый знак уважения к заслугам ученого необходимо указать на секвенирование его собственного генома, осуществленное в 2007 году двумя компаниями: 454 Life Sciences и BCM Human Genome Sequencing Center. Информация о геноме Дж. Уотсона привеле-

на в статье в журнале «Nature», 2008 Apr 17, Vol. 452(7189), P. 872–876 и помещена на сайте http://jimwatsonsequence.cshl.edu/cgi-perl/gbrowse/jwsequence/?name=Sequence:NM_005516.3.

В 1968 г. Уотсон женился на Элизабет Льюис. У них родились два сына. Биографические сведения об ученом имеются в Нобелевских сборниках [2, 3], энциклопедиях и на сайтах.

Значение главного научного открытия Уотсона. Определение структурной модели ДНК явилось рубежом, после которого начался невиданный расцвет молекулярной генетики: синтез РНК и ДНК *in vitro*, расшифровка генетического кода, рекомбинантные ДНК, генная инженерия, секвенирование геномов и, наконец, постгеномные технологии. Две антипараллельные спирали очаровали весь мир (рис. 2).

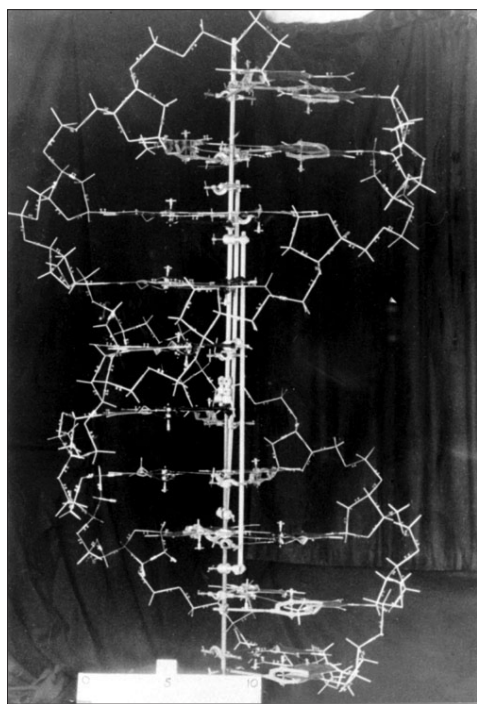


Рис. 2. Оригинальная модель ДНК, сделанная Уотсоном и Криком (1953)

Сейчас трудно воссоздать картину тех дней. Макс Дельбрюк сравнивал расшифровку двойной спирали с открытием Резерфордом ядра атома. А журналисты ставили это вровень с открытиями Дарвина и Коперника.

В историко-научной литературе приоритет Уотсона и Крика никогда не подвергался сомнению. Однако постепенно (в том числе, вероятно, и под влиянием несколько прямых и подчас ироничных суждений, которые позволил себе высказать Уотсон в своей сенсационной книге «Двойная спираль») стали появляться работы с

обоснованием заключения о первенстве или паритете Р. Франклин, перемешанным с размышлениями об антифеминизме английских ученых и сожалениями об ее безвременной кончине.

Безусловно, ретроспективное раскручивание истории, а тем более ревизия и пересмотр свершившихся фактов — занятие неблагодарное. Более того, переписчики истории зачастую этим решают собственные конъюнктурные задачи, а не выяснение истины. Иным хочется раскопать задним числом элементы занимательной интриги или драмы. К тому же нельзя выстраивать выводы на основании некоторых юмористических скетчей и эскапад из мемуаров Уотсона (особенно в отношении Розалинды Франклин — «Рози», тем более, что в эпилоге автор очень тепло о ней отзывается). Достоверно известно, что после построения знаменитой модели ДНК ее изобретатели показали подготовленную к печатанию в журнале «Nature» статью своим коллегам — М. Уилкинсу и Р. Франклин. Был достигнут консенсус в отношении коллективной публикации трех работ под общей рубрикой «Молекулярная структура нуклеиновых кислот», причем Уилкинс отказался от предложенного ему соавторства с Уотсоном и Криком. Все эти три статьи одновременно вышли 25 апреля 1953 г., помещенные друг за другом, начиная с сообщения Уотсона и Крика [17, 21, 8]. Они имеются в pdf — см. Интернет-источники. Кроме того, в статье Р. Франклин есть фраза о том, что ее основные идеи не противоречат модели Уотсона и Крика: в случае заявки на приоритет контекст был бы иной.

По сути дела, с точки зрения научной этики все сомнения разрешает данная тройная согласованная публикация всех участников процесса, при которой был четко разделен долевой вклад в решение общей проблемы. Так уж случилось, что в историю вошла только цитируемая тысячи раз статья Уотсона и Крика: она не анализировала рентгеноструктурные и иные детали, а дала ясный, понятный всем образ двойной спирали, закрученной по типу винтовой лестницы, и заканчивалась фразой, освещавшей путь биологам всего мира: «**It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material**» («От нашего внимания не ускользнуло, что установленное нами специфическое спаривание непосредственно указывает на возможный механизм копирования генетического материала») (рис. 3). Таким образом, трудный вопрос о механизмах репликации гена находил свое решение.

Другой момент — это прямые или косвенные при-
тизания ряда исследователей не из Каведишской лабо

equipment, and to Dr. G. E. R. Deacon and the captain and officers of R.R.S. *Discovery II* for their part in making the observations.

¹ Young, F. B., Gerrard, H., and Jevons, W., *Phil. Mag.*, **40**, 149 (1929).

² Longuet-Higgins, M. S., *Mon. Nat. Roy. Astro. Soc., Geophys. Supp.*, **5**, 285 (1949).

³ Von Arx, W. S., *Woods Hole Papers in Phys., Oceanog. Meteor.*, **11** (3) (1950).

⁴ Ekman, V. W., *Arkiv. Mat. Astron. Fysik. (Stockholm)*, **2** (11) (1905).

MOLECULAR STRUCTURE OF NUCLEIC ACIDS

A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid

WE wish to suggest a structure for the salt of deoxyribose nucleic acid (D.N.A.). This structure has novel features which are of considerable biological interest.

A structure for nucleic acid has already been proposed by Pauling and Corey¹. They kindly made their manuscript available to us in advance of publication. Their model consists of three intertwined chains, with the phosphates near the fibre axis, and the bases on the outside. In our opinion, this structure is unsatisfactory for two reasons: (1) We believe that the material which gives the X-ray diagrams is the salt, not the free acid. Without the acidic hydrogen atoms it is not clear what forces would hold the structure together, especially as the negatively charged phosphates near the axis will repel each other. (2) Some of the van der Waals distances appear to be too small.

Another three-chain structure has also been suggested by Fraser (in the press). In his model the phosphates are on the outside and the bases on the inside, linked together by hydrogen bonds. This structure as described is rather ill-defined, and for this reason we shall not comment on it.

We wish to put forward a radically different structure for the salt of deoxyribose nucleic acid. This structure has two helical chains each coiled round the same axis (see diagram). We have made the usual chemical assumptions, namely, that each chain consists of phosphate di-ester groups joining β -D-deoxyribofuranose residues with 3',5' linkages. The two chains (but not their bases) are related by a dyad perpendicular to the fibre axis. Both chains follow right-handed helices, but owing to the dyad the sequences of the atoms in the two chains run in opposite directions. Each chain loosely resembles Furberg's² model No. 1; that is, the bases are on the inside of the helix and the phosphates on the outside. The configuration of the sugar and the atoms near it is close to Furberg's 'standard configuration', the sugar being roughly perpendicular to the attached base. There



This figure is purely diagrammatic. The two ribbons symbolize the two phosphate-sugar chains, and the horizontal rods the pairs of bases holding the chains together. The vertical line marks the fibre axis.

is a residue on each chain every 3.4 Å. in the z -direction. We have assumed an angle of 36° between adjacent residues in the same chain, so that the structure repeats after 10 residues on each chain, that is, after 34 Å. The distance of a phosphorus atom from the fibre axis is 10 Å. As the phosphates are on the outside, cations have easy access to them.

The structure is an open one, and its water content is rather high. At lower water contents we would expect the bases to tilt so that the structure could become more compact.

The novel feature of the structure is the manner in which the two chains are held together by the purine and pyrimidine bases. The planes of the bases are perpendicular to the fibre axis. They are joined together in pairs, a single base from one chain being hydrogen-bonded to a single base from the other chain, so that the two lie side by side with identical z -co-ordinates. One of the pair must be a purine and the other a pyrimidine for bonding to occur. The hydrogen bonds are made as follows: purine position 1 to pyrimidine position 1; purine position 6 to pyrimidine position 6.

If it is assumed that the bases only occur in the structure in the most plausible tautomeric forms (that is, with the keto rather than the enol configurations) it is found that only specific pairs of bases can bond together. These pairs are: adenine (purine) with thymine (pyrimidine), and guanine (purine) with cytosine (pyrimidine).

In other words, if an adenine forms one member of a pair, on either chain, then on these assumptions the other member must be thymine; similarly for guanine and cytosine. The sequence of bases on a single chain does not appear to be restricted in any way. However, if only specific pairs of bases can be formed, it follows that if the sequence of bases on one chain is given, then the sequence on the other chain is automatically determined.

It has been found experimentally^{3,4} that the ratio of the amounts of adenine to thymine, and the ratio of guanine to cytosine, are always very close to unity for deoxyribose nucleic acid.

It is probably impossible to build this structure with a ribose sugar in place of the deoxyribose, as the extra oxygen atom would make too close a van der Waals contact.

The previously published X-ray data^{5,6} on deoxyribose nucleic acid are insufficient for a rigorous test of our structure. So far as we can tell, it is roughly compatible with the experimental data, but it must be regarded as unproved until it has been checked against more exact results. Some of these are given in the following communications. We were not aware of the details of the results presented there when we devised our structure, which rests mainly though not entirely on published experimental data and stereochemical arguments.

It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material.

Full details of the structure, including the conditions assumed in building it, together with a set of co-ordinates for the atoms, will be published elsewhere.

We are much indebted to Dr. Jerry Donohue for constant advice and criticism, especially on interatomic distances. We have also been stimulated by a knowledge of the general nature of the unpublished experimental results and ideas of Dr. M. H. F. Wilkins, Dr. R. E. Franklin and their co-workers at

Рис. 3а. Первая страница статьи Уотсона и Крика в «Nature» (1953)

King's College, London. One of us (J. D. W.) has been aided by a fellowship from the National Foundation for Infantile Paralysis.

J. D. WATSON
F. H. C. CRICK

Medical Research Council Unit for the Study of the Molecular Structure of Biological Systems, Cavendish Laboratory, Cambridge. April 2.

¹ Pauling, L., and Corey, R. B., *Nature*, 171, 346 (1953); *Proc. U.S. Nat. Acad. Sci.*, 39, 84 (1953).

² Furberg, S., *Acta Chem. Scand.*, 6, 634 (1952).

³ Chargaff, E., for references see Zamenhof, S., Brawerman, G., and Chargaff, E., *Biochim. et Biophys. Acta*, 8, 402 (1952).

⁴ Wyatt, G. R., *J. Gen. Physiol.*, 36, 201 (1952).

⁵ Astbury, W. T., *Symp. Soc. Exp. Biol.* 1, Nucleic Acid, 66 (Camb. Univ. Press, 1947).

⁶ Wilkins, M. H. F., and Randall, J. T., *Biochim. et Biophys. Acta*, 10, 192 (1953).

Рис. 3б. Вторая страница (окончание) статьи

ратории на причастность к открытию Уотсона и Крика. В литературе это также освещено. Речь идет о некоторых высказываниях Л. Полинга, Э. Чаргаффа и др. Надо сказать, что по ряду из них Уотсон приводил довольно убедительные контраргументы. Конечно, у выдающихся ученых, принимавших участие (но не преуспевших) в раскрытии загадки ДНК, или «ДНК-гонке», как сейчас именуют всех этих авторитетных исследователей, многое объяснялось эмоциональными причинами. Вообще-то насчитывают около 50 человек (живых или мертвых на момент вручения Нобелевской премии в 1962 г.), так или иначе имеющих отношение к разгадке тайны ДНК. Нобелевский комитет, в соответствии со статутом, вручил награду трем живым основным участникам событий 1953 года (Р. Франклин умерла в 1958 г. и, естественно, была исключена из списка претендентов).

Как и в любой эстафете: кто-то должен принести палочку на финиш первым и стать триумфатором. Именно бегун на последнем этапе наиболее мотивирован к победе и при огромном желании добивается ее. Так и здесь. И хорошо, что 34-летний Уотсон в речи на банкете при получении Нобелевской премии эту мысль о коллективном научном творчестве тоже подчеркнул, то есть возобладали идея корпоративного научного братства.

В науке не должно быть обид, а только радость и гордость за очередную победу человеческого разума. Это и есть высшая добродетель: радоваться чужой радости.

Не надо и нашим современникам выстраивать упрощенные представления об изобретателях двойной спирали. Они любили в молодые и даже зрелые годы создавать о себе образ бесшабашных парней. На самом же деле, даже из их переполненных юмором и

самоиронией воспоминаний воспоминаний, видно, как их курировали, наставляли и помогали им мировые светила (М. Дельбрюк, С. Лурия, А. Львов, Л. Брэгг, М. Перуц, Дж. Кендрю и т.д.), как цепко они схватывали все новинки в своей области, активно общались с коллегами из сопряженных отраслей знаний, прекрасно знали литературу по данному вопросу, а главное — денно и нощно были «больны» изучаемой проблемой. Сказались здесь и личное общение со скептически настроенным Э. Чаргаффом, который тем не менее поведал о своих достижениях, и настоятельные советы американского кристаллографа Джерри Донохью об использовании кето-, а не енольной формы при моделировании связей между азотистыми основаниями и т.д. Построенную модель в виде каркаса выше человеческого роста посмотрели и одобрили великие химики А. Тодд и Л. Полинг. Все в целом сработало на позитивный, однозначный, неартефактный результат.

Кстати, между собой главенство в названии «Модель Уотсона—Крика» было решено не по алфавиту, а жребием.

Что еще интересно в этой истории? Все три Нобелевских лауреата (Уотсон, Крик, Уилкинс) боготворили Шредингера. Именно он, его известная книга «Что такое жизнь с точки зрения физики?» давали им силы и уверенность в распознавании загадки наследственной молекулы. Так прославленный Нобелевский лауреат по физике увеличил ряды лауреатов по физиологии и медицине. При этом, что особенно важно, австрийский физик преподнес в сжатой форме квинтэссенцию предшествующих работ 20–30-х годов о структуре гена, базирующуюся на трудах Н.К. Кольцова и его последователей (Н.В. Тимофеев-Ресовский, М. Дельбрюк, К.Г. Циммер и др.), сердцевинной которых является идея репликации, самовоспроизведения.

Именно это отсутствовало в идеологии Кавендишской лаборатории и этим объяснялась пассивность М. Уилкинса и Р. Франклин, которые получали беспрецедентные факты, но не видели перед собой данной грандиозной цели, к тому времени уже открывшейся перед дуэтом английского физика и американского биолога. Сейчас можно только домысливать, как и почему упустили из своих рук такую волшебную птицу опытные специалисты по рентгеноструктурному анализу.

И еще нелишняя информация. В Кембридже с 2005 г. стоит скульптурное изображение ДНК, на спиралях которой написано: «Структура ДНК открыта в 1953 году Френсисом Криком и Джеймсом Уотсоном». На основании памятника выбито следующее: «Модель

двойной спирали поддержана работой Розалинды Франклин и Мориса Уилкинса». По-видимому, эти надписи на английском языке на британской земле, где произошли указанные события, снимают многие, если не все вопросы.

Последующие научные интересы. Не всем ученым дано проявить себя широтой Аристотеля, Декарта или Ньютона. У нынешних поколений нет никаких претензий к Копернику, что он выдвинул только одну идею, но зато какую! Так и в случае с Уотсоном: нельзя было ждать от него, что он и дальше после своего великого озарения будет делать все главные открытия в молекулярной биологии. Правда, его сподвижник Крик после двойной спирали достиг значимых результатов еще в расшифровке генетического кода. Но Уотсон тоже занял свою нишу — организатора и педагога на магистральных путях развития физико-химической биологии в лучших исследовательских центрах мира (Гарвард, Колд-Спринг-Харбор).

Под руководством Уотсона велись работы по онкологии, нейробиологии. Он был организатором научных конференций и симпозиумов по актуальным проблемам молекулярной биологии и смежных дисциплин. Ныне он с большим энтузиазмом поддерживает направление, связанное с генетическими аспектами психических заболеваний, и верит в триумф генетики в XXI веке.

Основные труды. Очень важен аспект, связанный с его эпистолярным наследием. Помимо бестселлера «Двойная спираль», он является автором фундаментальных руководств по молекулярной генетике. Так, например, им была написана книга «Молекулярная биология гена» (1965) — известный в мире учебник, выдержавший еще несколько изданий (1970, 1976, 1987, 2003, 2007) [16] и переведенный в том числе и на русский язык (1967, 1971, 1978) [5]. Им напечатана монография (в соавторстве) «Рекомбинантная ДНК» (два издания — 1983 и 1992) [19]; есть перевод на русский язык 1986 г. [6]. Он входит в число авторов капитального труда «Молекулярная биология клетки» (1983, 1989, 1994) [20], вышедшего также на русском языке двумя изданиями в пяти томах (1986–1987 гг.) и трех томах (1994) [1].

Всего им написано 9 книг, включая, кроме вышеупомянутых, «Историю ДНК» (1981) [18], «Страсть к ДНК» (2000) [10], «ДНК: секрет жизни» (2003) [12]. Не боится он давать своим книгам и такие экстравагантные названия, как «Гены, девочки и Гамов: после двойной спирали» (2002) [14]. Наконец, недавно вышла в свет его автобиографическая книга «Избегайте скучных людей: уроки из жизни в науке» (2007) [11]. В

ней он анализирует весь свой жизненный путь и излагает свое кредо, подчеркивая примат остроумия и научного мышления.

Конечно, как и у всякого известного автора, у него множество журнальных публикаций по разным вопросам — от сугубо научных до популярных. Наиболее полный список работ ученого имеется на сайте Cold Spring Harbor Laboratory http://library.cshl.edu/watsoncollection/watson_bibliography.html.

Общественная деятельность. Особенности характера. Многие из окружения ученого считают его «enfant terrible» за равнодушие, социальную активность, прямоту суждений, борьбу за справедливость любыми средствами. Он никогда не был безразличен к волнующим все общество проблемам. Взять хотя бы эпопею с мораторием на генно-инженерные исследования. Ее инициатором стал первооткрыватель рекомбинантной ДНК Пол Берг, озабоченный непредсказуемыми последствиями вмешательства в геномную структуру. Дж. Уотсон без колебаний примкнул к коллеге, и они вместе с другими известными учеными (Балтимор Д., Коэн С. и др.) направили письмо в журнал «Science» [7]. Вся эта история привела к конференции в Асиломаре (1975), на которой была выработана согласованная позиция ученых по генно-инженерной деятельности, а после на государственном уровне было установлено четкое законодательное регулирование производства ГМО.

В 60-е годы он вместе с другими сотрудниками кафедры биохимии и молекулярной биологии Гарвардского университета выступил против войны во Вьетнаме. В 1975 году, в 30-ю годовщину бомбардировки Хиросимы он вместе с 2000 ученых и инженерных работников обратился к президенту Форду с декларацией против распространения ядерного оружия.

Уотсон поддерживал Д. Балтимора в отбивании атак прессы на него в неприятной истории с недостоверными фактами статьи сотрудницы и т.д. Он непрестанно проявлял внимание к друзьям и товарищам по работе. Постоянно откликался на смерть выдающихся ученых, многие из которых были его приятелями. Он был всегда и у всех на виду. Мог позволить себе в любую минуту парадоксальные высказывания, афоризмы, шутки. Недруги и недоброжелатели усматривали в этом саморекламу или стремление авторитетом Нобелевского лауреата добиваться успеха в дискуссиях. Он не боялся никаких тем, даже таких скользких, как секс и цвет кожи, или таких вещей, как генетическое конструирование хорошеньких девушек, был откровенен и честен в диалогах и спорах по любому вопросу и в любом месте.

Такое реноме, по-видимому, сработало в отрицательную сторону в широкомасштабной дискуссии в мировых СМИ осенью 2007 года об интеллекте у африканцев, инспирированной его бывшей ученицей Шарлоттой Хант-Груббе. Не была сделана скидка на возраст (преддверие 80-летия) и не приняты в расчет чрезвычайные заслуги перед наукой — в результате отлучение от любимого дела.

Афоризмы и советы ученого. Уотсон — нестандартный человек по своей натуре. Поэтому многие биографы и почитатели старались запечатлеть его высказывания и советы в отношении занятий наукой и упоминают об этом в своих исследованиях.

Имеется информация по данному вопросу и в Интернете. Так, например, в лекции 18 июня 2007 года «Rules for Important Science» («Правила для настоящей науки») [18] он высказал на этот счет ряд афоризмов:

- Совет, вынесенный из детства: «Избегайте драк с более крупными парнями или собаками!».
- Совет от отца: «Принимать истину только из опыта или наблюдения, но не из откровений».
- Будьте шире вашей диссертации.
- Сидите на первом ряду. Если что-то не понимаете — спросите.
- Работать по воскресеньям! Что еще можно делать по воскресеньям? Вы должны не работать только тогда, когда есть вещь, которая лучше этого.
- Вы не должны работать в августе, но не в июне или июле.
- Алкоголь нежелателен.
- При открытии структуры ДНК, по-видимому, помогло, что в Кембридже не было девушек.
- Входите в проблему, над которой работают 2–3 лаборатории.
- Никто не позволит вам работать 10 лет без успеха.
- Работайте с напарником с равным интеллектом.
- Общайтесь со своими соперниками.

Контакты с Россией. Со стороны России к его имени поддерживается постоянный пиетет, он пользуется заслуженным признанием на всех уровнях — от студентов до академиков. Все его основополагающие труды тут же переводились на русский язык и издавались большими тиражами. За переводами работ Уотсона на русский язык «присматривал» сам В.А. Энгельгардт: с его предисловием вышла в свет в 1969 году «Двойная спираль», он редактировал русский перевод его книги «Молекулярная биология гена» (издания 1967 и 1978 гг.).

Вполне закономерна высокая оценка Дж. Уотсона Академией наук СССР (впоследствии РАН), которая избрала его почетным членом в 1989 г., а в 1995 году присудила свою высшую награду — золотую медаль М.В. Ломоносова.

Ученый, бывая в России, посещал ведущие академические институты. Контакты с отечественными исследователями он поддерживал и поддерживает на различных конференциях и в рамках международного сотрудничества биохимиков и молекулярных биологов.

Литература

1. Албертс Т., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. Т. 1–5 / Пер. с англ. — М.: Мир, 1986–1987 (в 1994 г. вышло 2-е издание в 3-х т.).
2. Лауреаты Нобелевской премии: Энциклопедия / Пер. с англ. В 2-х т. — М.: Прогресс, 1992. — Т. 2. — С. 537–539.
3. Марьянович А.Т., Князькин И.В. Взрыв и цветение, Нобелевские премии по медицине 1901–2002. — СПб.: Издательство ДЕАН, 2003. — С. 84–92.
4. Уотсон Дж. Двойная спираль. Воспоминания об открытии структуры ДНК / Пер. с англ. — М.: Мир, 1969. — 152 с. Есть электронная версия: <http://www.chem.msu.ru/rus/books/watson/welcome.html>
5. Уотсон Дж. Молекулярная биология гена / Пер. с англ. — М.: Мир, 1967 (есть издания 1971, 1978 гг.).
6. Уотсон Дж., Туз Дж., Курц Д. Рекомбинантная ДНК / Пер. с англ. — М.: Мир, 1986. — 286 с.
7. Berg P., Baltimore D., Boyer H.W., Cohen S.N., Davis R.W., Hognes D.S., Nathans D., Robin R., Watson J.D., Weissman W., and Zinder N.D. Potential biohazards of recombinant DNA molecules // Science. — 1974. — Vol. 185. — P. 303.
8. Franklin R.E. and Gosling R.G. Molecular Structure of Nucleic Acids — Molecular Configuration in Sodium Timonucleate // Nature. — 1953 Apr 25. — Vol. 171(4356). — P. 740–741.
9. Hunt-Grubbe Charlotte. The elementary DNA of Dr Watson // October 14, 2007 The Sunday Times.
10. Watson J.D. A passion for DNA: Genes, Genomes, and Society. — Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY, 2000. — 250 p.
11. Watson J.D. Avoid Boring People: Lessons from a Life in Science. — New York: Knopf, 2007. — 368 p.
12. Watson J.D. DNA: the secret of life. — New York: Knopf, 2003. — 446 p. (with A. Berry) — есть изд. 2004 г.
13. Watson J.D. Double helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA. — New York: Atheneum, 1968.

14. *Watson J.D.* Genes, Girls, and Gamov: After the Double Helix. – New York: Knopf, 2002.
15. *Watson J.D.* The Double Helix: A Norton Critical Edition (G.S. Stent ed.). – W.W. Norton & Company, New York, 1980.
16. *Watson J.D.* The Molecular Biology of Gene, 1965 (есть еще издания 1970, 1976, 1987, 2003 гг. – последнее в соавторстве с Baker T.A., Bell S.P., Gann A., Levine M., Losick R., eds; недавно вышло и 6-е изд. 2007 г.).
17. *Watson J.D. and Crick F.H.C.* Molecular Structure of Nucleic Acids – A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid // *Nature*. – 1953 Apr 25. – Vol. 171(4356). – P. 737–738.
18. *Watson J.D., Ridley M.* Rules for Important Science. A Special Centenary Lecture, 18 June 2007 (<http://www3.imperial.ac.uk/media/onlinelectures/2007/onlinelectures>).
19. *Watson J.D., Tooze J.* The DNA Story: a documentary history of gene cloning. – W.H. Freeman and Co, San Francisco, 1981.
20. *Watson J.D., Tooze J., Kurtz D.* Recombinant DNA. A short course – 1983 (переиздано в 1992 и 2006 гг.).
21. *Watson J.W. (with coauth.)*. Molecular Biology of the Cell, 1983 (имеются еще издания 1989, 1994 гг.).
22. *Wilkins M.H.F., Stokes A.R. & Wilson H.R.* Molecular Structure of Nucleic Acids – Molecular Structure of Deoxyribose Nucleic Acids // *Nature*. – 1953 Apr 25. – Vol. 171(4356). – P. 738–740.

Интернет-источники:

- http://www.en.wikipedia.org/wiki/James_D_Watson
www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1962/watson.bio.html
<http://www.answers.com/topic/james-watson>
<http://www.chem.msu.ru/rus/books/watson/welcome.html>
http://library.cshl.edu/watsoncollection/watson_bibliography.html
http://jimwatsonsequence.cshl.edu/cgi-perl/gbrowse/jwsequence/?name=Sequence:NM_005516.3 (The article describing the James Watson sequence was published in *Nature*. 2008 Apr 17;452(7189):872-6.)
<http://www.nature.com/nature/dna50/watsoncrick.pdf>
<http://www.nature.com/nature/dna50/franklingosling.pdf>
<http://www.nature.com/nature/dna50/wilkins.pdf>

Резюме. В связи с юбилеем – 80-летием со дня рождения Джеймса Уотсона, первооткрывателя двойной спирали ДНК, проводится анализ его жизни и творчества.

Ключевые слова: история науки, молекулярная биология, двойная спираль ДНК, биография, Джеймс Уотсон.

TO 80th ANNIVERSARY FROM BIRTHDAY OF JAMES WATSON, A DISCOVERER OF DNA DOUBLE HELIX

V.S. VOROBYEV

Ovchinnikov Society of Biotechnologists of Russia, Moscow

The biography and scientific activity of James Watson, a discoverer of DNA double helix, were analyzed on occasion of his 80th birthday jubilee.

Keywords: science history, molecular biology, DNA double helix, biography, James Watson.

ЮБИЛЕЙНЫЕ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ 2008 ГОДА

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

К 80-летию опыта Ф. Гриффита*

Эксперимент английского микробиолога Фредерика Гриффита (1879–1941), осуществленный в 1928 году, относится к числу важных вех в накоплении знаний по такому кардинальному вопросу, как строение и функция ДНК.

Он встраивается в последовательную цепь триады публикаций: Ф. Гриффит (1928) – О. Эйвери с соавт. (1944) – А. Херши, М. Чейз (1952), которые утвердили мнение о выполнении ДНК функции передачи генетического материала, что вместе с параллельными исследованиями химической структуры данного соединения привело к основанию современной молекулярной биологии. По своей простоте и изяществу опыт Гриффита относится к классическим экспериментальным схемам, напоминающим опыты Фарадея, Пастера, Резерфорда, Павлова.

В 1928 году Ф. Гриффит изучал различия между вызывающим заболевание штаммом *Streptococcus pneumoniae* и штаммом, который не вызывает пневмонии. Штамм, вызывающий пневмонию, был окружен капсулой и имел гладкие (smooth) контуры. Отсюда его название – S-штамм (серологический тип III). Другой штамм, не обладавший капсулой и имевший неровные (rough) контуры, не вызывал пневмонии. Это – R-штамм (серологический тип I). Мыши, которым инъецировали S-штамм, погибали через несколько дней, в то время как мыши, которым вводили R-штамм, выживали.

Схема опыта Ф. Гриффита была такова (рис. 1).

Серия 1. Если мышам инъецировали живые клетки безопасного штамма (R), то животные оставались живыми. В крови при этом не наблюдалось живых R-клеток.

Серия 2. Если мышам вводили живые клетки вирулентного штамма (S), то мыши погибали. В крови выявлялись живые S-клетки.

Серия 3. Если животным инъецировали убитые нагреванием болезнетворные S-клетки, то мыши выживали. При этом в крови у них не наблюдали живых S-клеток.

Серия 4. Если мышам вводили смесь живых R-клеток и убитых нагреванием S-клеток, то животные погибали от пневмонии. В крови выявлялись и R-клетки, и S-клетки. То есть создавалось впечатление, что инактивированные бактерии S-штамма восстанавливали свою вирулентность и убивали мышей!

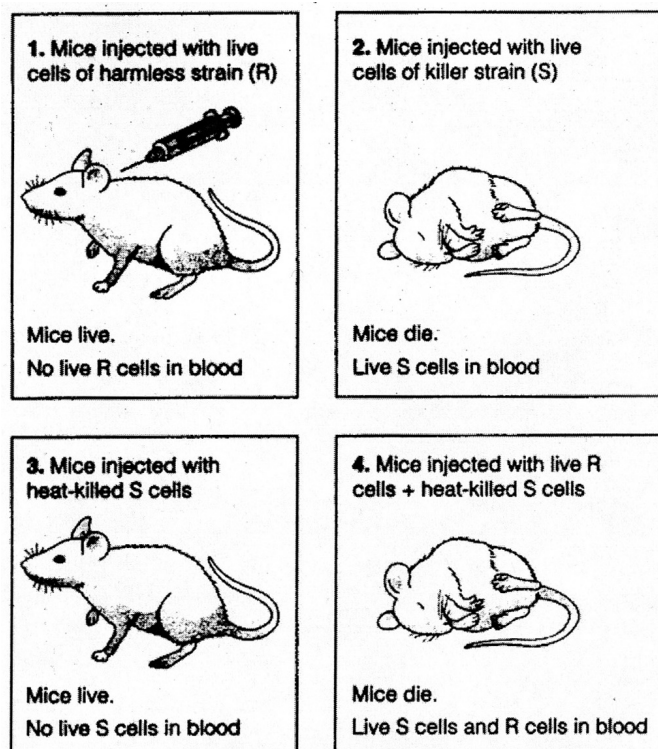


Рис. 1. Схема эксперимента Ф. Гриффита (1928).

Описание серий 1, 2, 3 и 4 опыта представлено в тексте

Решающий эксперимент (*experimentum crucis*) 4-й серии дал Гриффиту основания для двух предположений: 1) убитые нагреванием микробы S-штамма восстанавливались; 2) живые R-клетки трансформировались в живые S-клетки с помощью «трансформирующего принципа» («*transforming principle*»). Британский исследователь склонился ко второй гипотезе на основании дополнительных наблюдений. Когда он выделил болезнетворные бактерии из погибших мышей 4-й серии, то обнаружил, что R-штамм приобрел капсулу, то есть превратился в вирулентный S-штамм и сохранял новоприобретенный фенотип во многих поколениях, передаваясь по наследству.

* Материал подготовлен О.В. Воробьевой

Результаты своего опыта Гриффит опубликовал в подробной статье в гигиеническом журнале: Griffith F. The significance of pneumococcal types // J. of Hygiene. – 1928. – Vol. 27. – P. 113–159.

Сам по себе факт, что после смешения живого неvirulentного пневмококка с убитыми болезнетворными бактериями того же вида происходит некое взаимодействие, в результате которого живые микроорганизмы приобретают virulentные свойства, оставался незамеченным на протяжении 30-х годов и известным лишь среди узкого круга микробиологов. Знаменитый опыт по трансформации был частью исследований Гриффита по разработке вакцины от испанки (пандемии гриппа). После этого он переключился на другие проблемы, главным образом, в области иммунологии инфекционных заболеваний (скарлатина, сепсис и др.). Он вел уединенный образ жизни и не стремился к публичности. Ученый погиб в своей лаборатории в 1941 г. при авианалете немецких бомбардировщиков

на Лондон, не дожив 3 года до повторения его опыта на новом доказательном уровне и своего широкого общественного признания.

Истинное значение работы Ф. Гриффита 1928 г. было оценено ретроспективно, в контексте основополагающих открытий в области молекулярной генетики. Этому способствовала, прежде всего, постановка в 1944 г. эксперимента О. Эйвери совместно с М. Маккарти и К. Маклеодом на той же модели, которую использовал и Гриффит (объект и схема были теми же). Результат опытов американских авторов был ошеломляющим: «трансформирующим принципом» оказалась ДНК (вопреки общепринятым представлениям того времени о наследственном материале как белке). Они в своей работе использовали чистую ДНК и обнаружили то же самое превращение, которое увидел их английский коллега 16 лет назад. Дальше магистральная линия повела к опыту А. Херши, М. Чейз (1952), открытию двойной спирали ДНК и т.д.

СОБЫТИЯ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ 2008 ГОДА

23–24 апреля 2008 года в г. Москве прошел Третий Международный конгресс «Топливный Биоэтанол-2008». В его работе приняли участие специалисты из России, Европы, США. Были обсуждены вопросы о перспективах применения биоэтанола в качестве альтернативного топлива и строительстве биоэтанольных заводов в РФ.

24–25 апреля 2008 года в г. Москве, в Центре международной торговли состоялся Первый Международный конгресс «ЕвразияБио-2008». Были организованы две пленарных сессии: «Формирование глобальной биоэкономики: движущие силы», «Перспективы международного евразийского сотрудничества в сфере биотехнологии».

Работало 8 секций: промышленная биотехнология, биоэнергетика и биоматериалы; сельскохозяйственная и ветеринарная биотехнология; венчурные инвестиции в биотехнологии; перспективные российские и евразийские проекты; фармацевтическая и медицинская биотехнология; защита интеллектуальной собственности и трансфер технологий; пищевая биотехнология; биорегионы как ключевой элемент биоэкономики.

Состоялся круглый стол «Основные принципы законодательного регулирования в области биотехнологии и биофармацевтики».

В конгрессе приняли участие более 380 представителей из 25 стран (Россия, Казахстан, Украина, Китай, Индия, Турция, Германия, Австрия, Швейцария, Нидерланды, Бельгия, Дания, Англия, Испания, Финляндия, Швеция, Сербия, Болгария, США и др.). Присутствовали делегации 32 регионов Российской Федерации.

Принято решение о регулярном проведении данного Конгресса с более широким привлечением компаний и специалистов.

10–16 мая 2008 года в городе Новосибирске (в Академгородке) проходил Четвертый съезд Российского общества биохимиков и молекулярных биологов. В рамках съезда были проведены 16 симпозиумов по ключевым проблемам данного направления, в том числе биокатализ, биоэнергетика, медицинская биотехнология, молекулярная биомедицина и др.

ПУБЛИКАЦИИ

Watson J.D., Baker T.A., Bell S.P., Gann A.A.F., Levine M., Losick R.M. Molecular biology of the gene. 6th ed. — Inglis CSHLP. Benjamin Cummings, 2007. — 880 p.

Резюме. 6-е издание классического труда Нобелевского лауреата Дж. Уотсона «Молекулярная биология гена». Он был единственным автором первого, второго и третьего изданий (1965, 1970, 1976) и соавтором четвертого и пятого изданий (1987, 2003). В настоящей книге выдерживается характер прежних изданий с добавлением последних научных достижений. В ней 22 главы, написанные шестью авторитетными специалистами. В их числе: Менделевский взгляд на мир; Генетическая информация нуклеиновых кислот; Значение слабых химически взаимодействий; Значение высокоэнергетических связей; Слабые и сильные связи определяют макромолекулярные взаимодействия; Структура ДНК и РНК; Структура генома; Хроматин и нуклеосома; Репликация ДНК; Мутации и восстановление ДНК; Гомологическая рекомбинация на молекулярном уровне; Сайт-специфическая рекомбинация и транспозиция ДНК; Механизмы транскрипции 13 РНК сплайсинга; Трансляция; Генетический код; Регуляция транскрипции у эукариот; Регуляторные РНК; Генная регуляция в развитии и эволюции; Геномика и системная биология; Методы молекулярной биологии; Модельные организмы.

Книга предназначена для всех, интересующихся основами молекулярной биологии.

Lodish H., Berk A., Kaiser Ch.A., Krieger M., Scott M.P., Bretscher A., Ploegh H., Matsudaira P. Molecular cell biology. 6th ed. — W.H. Freeman, 2007. — 973 p.

Резюме. Особенностью данного 6-го издания является следующее. Появились новые главы о технологии рекомбинантных ДНК и генетических методах в современной клеточной биологии. Имеется новая глава 1, которая определяет структуру книги, ее философию и центральную догму (чтобы понять клетки, надо понять белки, чтобы понять белки, надо понять гены). Добавилась новая глава, посвященная только белкам. Материал

по клеточной эволюции теперь интегрирован повсюду, а не как ранее, ограничиваясь только последней главой. Приведено обсуждение новых методов, включая оценку сдвигов электрофоретической подвижности, отпечатки ДНК, замещение генов и трансгенных животных, а также роль половых летальных генов в детерминации пола у плодовой мушки. Широко дан материал о генетике развития, особенно о регуляции генов в процессе развития.

Murphy K.M., Travers P., Walport M. Immunobiology 7B (Janeway's Immunobiology) (Immunobiology: The Immune System) (Janeway). 7th ed. — Garland Science, 2007. — 887 p.

Резюме. 7-е издание известного пособия по иммунологии. Книга представляет собой вводный текст к курсам иммунологии для студентов и аспирантов. Охвачены все разделы иммунологии. 7-е издание снабжено последними достижениями в этой области, в том числе такими разделами, как НК-клетки, Toll-подобные рецепторы, AID, иммунитет слизистых.

К книге приложен компакт-диск, содержащий анимационные и видеоматериалы, а также рисунки из текста в виде презентаций.

Renneberg R., Demain A.L. Biotechnology for beginners. 1st ed. — Academic Press, 2007. — 360 p.

Daugherty E. Biotechnology: Science for the New Millennium [Student Edition]. 1st ed. — Paradigm Publishers. 2007. — 420 p.

Резюме. Дан обзорный курс по теории и практике биотехнологии, охватывающий области фармацевтики, сельского хозяйства, промышленных продуктов. Обсуждены вопросы геномики, биоинформатики, протеомики. Освещены такие разделы, как генотерапия, поиск новых лекарств, фармпрепараты из растений и т.д.

Межуева Л.В., Иванова А.П., Гунько В.В. Биотехнологические аспекты производства влажных смесей. — М., 2007. — 152 с.

Аннотация. В настоящем учебном пособии освещены вопросы кормопроизводства, рассмотрены перспективы виброперемешивания. Изложены методы оценки качества смесей разной влажности. Представлены новые технологии и оборудование для создания влажных смесей, а также нетрадиционные виды сырья; показана роль очистки воды в создании биотехнических систем. Учебное пособие предназначено для студентов, магистрантов и бакалавров технических вузов инженерных специальностей, а также преподавателей, аспирантов и исследователей, научных работников и конструкторов, связанных с проблемой технологических объектов в сельском хозяйстве и пищевой индустрии.

ИНФОРМАЦИЯ

ПРЕДСТОЯЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ 2008 ГОДА

КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

15–17 сентября 2008 года в Брюсселе (Бельгия) состоится Европейский форум промышленной биотехнологии 2008 (European Forum for Industrial Biotechnology 2008 — EFIB2008). Контакты: E-mail: info@europabio.org.

30 ноября — 2 декабря 2008 года в Кейптауне (ЮАР) пройдет Кейптаунский биотехнологический форум (Cape Biotechnology Forum). Справки: <http://www.capebioforum.org.za/>

3–4 декабря 2008 года в Москве, в Институте биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН состоится очередной Пятый съезд

Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова. В программе съезда предусматривается проведение организационной и научной частей. В рамках научной части планируются два пленарных заседания и семь секций по следующим проблемам:

- промышленная биотехнология и биоэнергетика;
- системная биология и биоинформатика;
- проблемы биотехнологического образования;
- сельскохозяйственная биотехнология;
- ветеринарная биотехнология;
- инновации и инвестиции в биотехнологии;
- институты и инфраструктура биоиндустрии: биоинкубаторы, биотехнопарки, биокластеры и био-регионы — российский и зарубежный опыт.

По традиции состоится конкурс молодых ученых на соискание медали им. Ю.А. Овчинникова (уже состоялись два таких конкурса с присуждением медалей).

Справки: www.biorosinfo.ru.

1. Рукописи статей и других материалов представляются в редакцию на бумажном носителе (формат А4) или в электронном виде (на дискете или по электронной почте с обязательным уведомлением).
2. Текст набирается в Microsoft Word, шрифт — Times New Roman, размер шрифта — 12, межстрочный интервал — полуторный. Размещение на листе формата А4 со стандартными полями. Кроме текста статьи, добавляются сведения об авторе (ах): Ф.И.О., место работы, должность, научные степень и звание, адреса для переписки и электронной связи, номера факсов и телефонов). Необходимо сопроводительное письмо из учреждения.
3. Объем рукописи: оригинальные статьи — не более 12–14 стр. (в среднем 22000 знаков), не более 25 цитированных авторов; обзоры — не более 20–24 стр. (в среднем 40000 знаков), список литературы — не более 50 авторов. Требования к композиции рукописи: 1) оригинальные статьи — УДК, название, автор (ы), место работы, резюме на русском и английском языках, ключевые слова, введение, материалы и методы, результаты, обсуждение, заключение (выводы), литература, список сокращений; 2) краткие сообщения и обзоры строятся в виде сплошного текста, без вышеуказанных рубрикаций, со списком литературы, но без резюме; 3) остальные материалы (письма в редакцию, хроникальные сообщения, рецензии и т.д.) представляются в произвольной форме.
4. Требования к оформлению содержания рукописи (таблицы, графики, формулы, фотографии, рисунки и др.). Рисунки прилагаются отдельно к тексту рукописи в бумажном и электронном виде в формате TIF или JPEG. Таблицы помещаются по ходу текста или прилагаются отдельно. Порядок оформления иллюстративного и иного дополнительного (пояснений, примечаний, благодарностей и т.д.) материала к текстам обычный.
5. Требования к цитированной литературе: Список литературы оформляется или в алфавитном порядке (вначале — литература на русском языке, затем — на иностранных), или по порядку упоминания и ссылок в тексте при использовании цифр. В последнем случае номер цитированного источника берется в тексте в квадратные скобки. Оформление отдельного источника литературы осуществляется в соответствии с общепринятыми для научных изданий библиографическими требованиями, включая международные установки (Index Medicus и др.).
6. Не допускается публикация работ, уже напечатанных или посланных в редакции других изданий.
7. При несоблюдении указанных правил статьи редакцией не принимаются.
8. Принятые к публикации рукописи проходят рецензирование, после чего принимается окончательное решение о возможности печатания. Отклоненные рукописи не возвращаются.
9. Редакция не несет ответственности за достоверность фактов, выводы и суждения, приведенные в представленном к печати и опубликованном материале авторов.
10. Редакция оставляет за собой право делать научную и литературную правку, в том числе сокращать объем статей.
11. Адрес редакции указан на титульном листе журнала.
12. Журнал является безгонорарным. Редакция резервирует для автора статьи по 1 экземпляру журнала. По вопросам приобретения отдельных номеров журнала следует обращаться в редакцию.



Подписано к печати 30.06.08
 Формат 60/90¹/₈. Бумага офсетная № 1.
 Печать офсетная. Гарнитура Академия.
 Печ. л. 5,0. Тираж 1000 экз.

ОБЩЕСТВО БИОТЕХНОЛОГОВ РОССИИ ИМ. Ю.А. ОВЧИННИКОВА

Общество биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова (ОБР) создано в 2003 г., зарегистрировано Минюстом России.

Главными целями деятельности ОБР являются:

- содействие развитию биотехнологии в России как приоритетного направления научно-технического прогресса, основы повышения уровня жизни и благосостояния ее граждан;
- содействие сохранению научного и научно-технологического потенциала биотехнологии в различных отраслях народного хозяйства, достижению приоритета российской науки;
- обеспечение обмена научными идеями и научно-техническими достижениями, передовым производственным опытом;
- содействие развитию сотрудничества ученых, инженеров, специалистов с мировым научным и общественно-политическим сообществом;
- создание условий для творческой работы, роста профессионализма и компетентности, более полного использования интеллектуального потенциала членов организации в интересах развития науки и производства.

Для достижения этих целей ОБР осуществляет различные мероприятия, в том числе проводит конференции, симпозиумы, рабочие совещания. Ежегодно проводится Съезд Общества биотехнологов России.

Издается журнал «Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова» совместно с Информационно-аналитическим центром медико-социальных проблем.

ОБР имеет отделения в 55 регионах России и объединяет свыше 2000 членов.

ОБР является членом Европейской федерации биотехнологии.

ОБР тесно сотрудничает с Союзом биотехнологов и другими общественными и государственными организациями, научными и образовательными учреждениями по профилю.

Основной организационной деятельностью ОБР являются региональные отделения, тесно взаимодействующие с Центральным Правлением и Секциями (экспертными группами).

Членство в ОБР является бесплатным для физических лиц.

Контакты: Адрес: 1190171 Москва, Ленинский пр-т, 33

Тел.: +7 (495) 648-09-13

E-mail: obr@biorosinfo.ru; www.biorosinfo.ru