

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

Научно-практический журнал

Основан в 2005 году

Главный редактор

Р.Г. Василов

Редакционная коллегия

В.С. Воробьев, Т.Н. Гаева, С.И. Матаев, О.Я. Мезенова

Редакционный совет

В.А. Быков (Москва), В.Г. Дебабов (Москва), С.Х. Дегтярев (Новосибирск),
В.Т. Иванов (Москва), Л.В. Калакуцкий (Пушино), М.П. Кирпичников (Москва),
А.И. Мирошников (Москва), Т.В. Овчинникова (Москва), А.Н. Панин (Москва),
В.О. Попов (Москва), Н. Раевский (Берлин, Германия),
А.Н. Решетиллов (Пушино), К.Г. Скрябин (Москва), 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

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@mail.ru

Издается при поддержке

Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова

СОДЕРЖАНИЕ

Колонка главного редактора

К читателям 5

Страницы истории

Академик Овчинников — легенда российской биологии (к 70-летию со дня рождения выдающегося ученого — с добавлением материалов за период 2005—2014 гг.).

В.С. Воробьев 6

Биотехнология ближайших лет.

Ю.А. Овчинников 15

Новая эра в биологии и биотехнологии.

Ю.А. Овчинников 26

К 80-летию со дня рождения Ю.А. Овчинникова: малоизвестные факты из его жизни.

В.С. Воробьев 38

Юбилейные и знаменательные даты 2014 года. Ю.А. Овчинников: in memoriam (к 80-летию со дня рождения) 41

Оригинальные статьи

ИФА-тест для выявления антител к флавивирусам кур.

В.Н. Афонюшкин, А.Н. Аксенов, М.Л. Филипенко 46

Получение рекомбинантного штамма и набора ПЦР-стандартов для количественного определения фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» в рабическом антигене.

Ж.В. Матвеева, И.В. Тучков, Е.Г. Абрамова, Н.В. Майоров 50

Устройства электроснабжения для медицинских имплантов и материалы для их конструкции.

Г.У. Бадранова, П.М. Готовцев, А.А. Шаповалова, Н.А. Пронина, А.Н. Решетилов, Р.Г. Василов 54

Хроника

События второй половины 2014 года 67

Правила для авторов 78

CONTENTS

Column of the editor-in-chief

To readers. R.G. Vasilov 5

Pages of history

Academician Ovchinnikov – the legend of the Russian biology (on the 70th anniversary of the outstanding scientist – with the addition of materials for the period 2005–2014).

V.S. Vorobyev 6

Biotechnology of coming years.

Yu.A. Ovchinnikov 15

A new era in biology and biotechnology.

Yu.A. Ovchinnikov 26

On the 80th anniversary of Yu.A. Ovchinnikov: little-known facts of his life.

V.S. Vorobyev 38

Anniversary and significant dates 2014. Yu.A. Ovchinnikov: in memoriam (to the 80th anniversary of the birth) 41

Original articles

ELISA test for the detection of antibodies to chicken's flaviviruses.

V.N. Afonyushkin, A.N. Aksenov, M.L. Filipenko 46

Preparation of recombinant strain and a set PCR standards for the quantitative determination of fixed rabies virus strain «Moscow 3253» in rabies antigen.

J.V. Matveeva, I.V. Tuchkov, E.G. Abramova, N.V. Mayorov 50

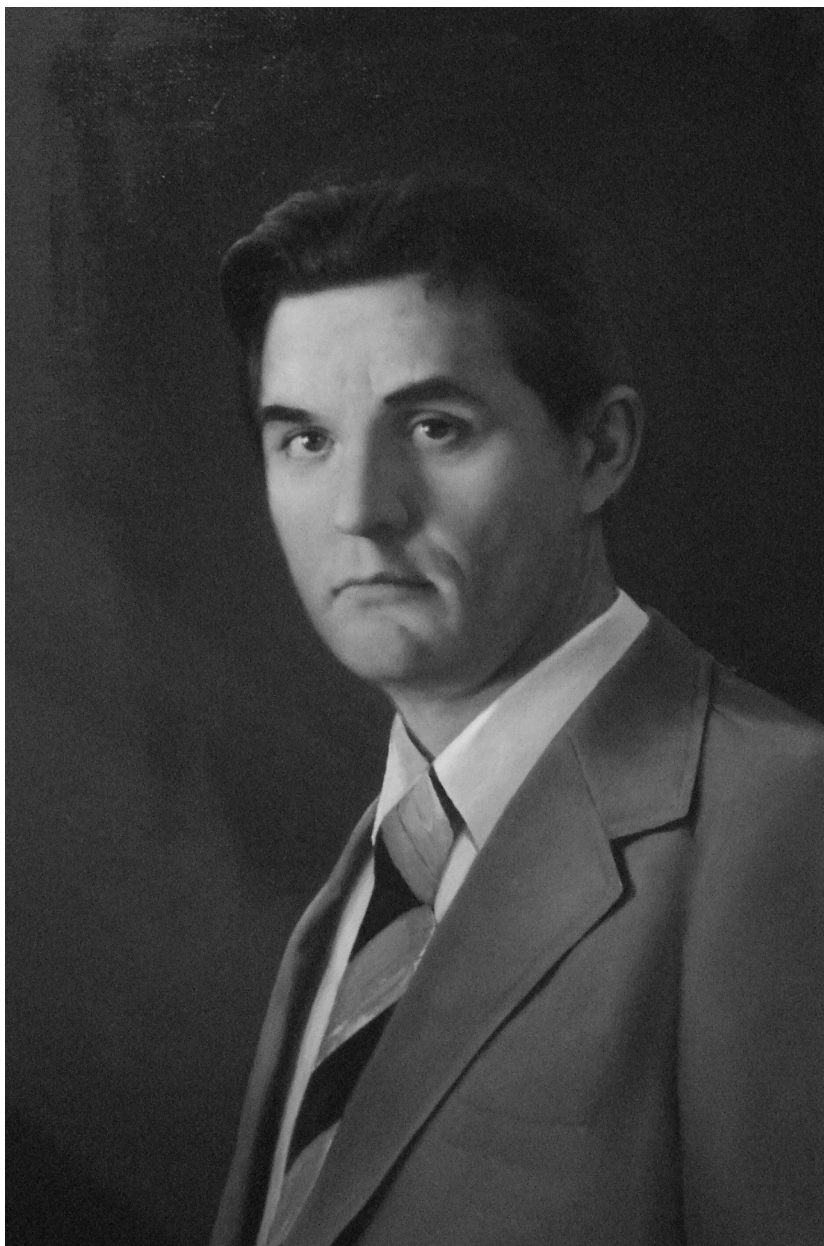
Power supply devices for medical implants and materials for their construction.

G.U. Badranova, P.M. Gotovtsev, A.A. Shapovalova, N.A. Pronina, A.N. Reshetilov, R.G. Vasilov 54

The chronicle

Events of the second half-year 2014 67

Rules for authors 78



Портрет Ю.А. Овчинникова

Художник А. Лукин

К читателям

Четвертый номер за 2014 год приурочен к значимой для журнала дате — 80-летию со дня рождения Юрия Анатольевича Овчинникова. Журнал отзывается на этот юбилей специальной подборкой материалов биографического и мемуарного характера, а также публикацией оригинальных статей Ю.А. Овчинникова, посвященных месту и значению биотехнологии в современном комплексе знаний.

Редколлегия сочла возможным повторно напечатать биографию ученого, написанную В.С. Воробьевым десять лет назад к 70-летию ученого. Общее ее построение и изложенные факты достаточно полно охватывают главные сведения из его многогранной жизни. Однако к ней добавлены некоторые события, не подчеркнутые ранее или произошедшие за последнее время.

Из статей самого Ю.А. Овчинникова были выбраны две: одна «Биотехнология ближайших лет» — из научно-популярного сборника 1982 года, другая «Новая эра в биологии и биотехнологии» — из книги, посвященной 70-летию Октябрьской революции, в которой подводится итог развития биологии и биотехнологии за весь советский период. Пожалуй, более глубокого предметного и персонального анализа по данной теме в литературе нет. Статьи писались 30 лет назад, но их содержательный смысл, а главное — точность, настрой на будущее — и ныне не теряют актуальности.

В развитие общего юбилейного направления помещен еще ряд материалов: краткая статья о работе Юрия Анатольевича в Обществе «СССР — Испания» (приводятся новые, ранее не печатавшиеся факты) и небольшая сводка кратких воспоминаний о нем (часть из них печатается впервые).

В номере также приводятся обычные, неюбилейные научные статьи по профилю журнала. Так, в исследовании Г.У. Бадрановой с коллегами (Москва) «Устройства электроснабжения для медицинских имплантов и материалы для их конструкции» рассмотрены современные подходы к повышению мощности подобных генерирующих устройств и основные источники энергии для них, а также проанализированы материалы, которые могут быть использованы при создании имплантированных генераторов.

В работе В.Н. Афонюшкина и соавторов из Новосибирска «ИФА-тест для выявления антител к флавивирусам кур» предложена тест-система, позволяющая определять наличие антител к группоспецифичному флавивирусному антигену с возможностью установления титра антител при проведении реакции в одном разведении.

Исследование Ж.В. Матвеевой и др. (Саратов) посвящено получению рекомбинантного штамма и набора ПЦР-стандартов для количественного определения фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» в рабическом антигене.

В номере в разделе «Хроника» приводится подборка материалов о конференциях и последней литературе по биотехнологии.

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

АКАДЕМИК ОВЧИННИКОВ – ЛЕГЕНДА РОССИЙСКОЙ БИОЛОГИИ (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЫДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО – С ДОБАВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ ЗА ПЕРИОД 2005–2014 ГГ.)*

В.С. ВОРОБЬЕВ**

Общество биотехнологов России им Ю.А. Овчинникова, Москва

В связи с 80-летием со дня рождения выдающегося отечественного ученого Ю.А. Овчинникова представлена его биография, напечатанная к его 70-летию. Кроме того, к этой биографии добавлены наиболее ценные материалы, появившиеся за истекшее десятилетие, включая малоизвестные факты и события, касающиеся сохранения памяти об исследователе и развития разрабатывавшихся им научных направлений в области молекулярной биологии и биотехнологии.

Ключевые слова: история науки, молекулярная биология, биотехнология, биография, Юрий Анатольевич Овчинников.

Введение. Ранний уход из жизни выдающихся людей всегда вызывает у потомков чувство горести, недоумения и тысячи «почему?». Почему Лермонтова не стало в 26 лет, Пушкина — в 37, Высоцкого — в 42, а многих ярких высокоодаренных ученых — в 50? Академик Юрий Анатольевич Овчинников, вице-президент АН СССР, крупнейший отечественный молекулярный биолог, также оказался в их числе. Он умер в 53 года, 16 лет назад, однако его ранняя смерть, глубокий след в науке, неординарные черты характера по-прежнему привлекают внимание не только историков, но и всей научной общественности. В августе 2004 г. ему исполнилось бы 70 лет, поэтому имеется формальный повод еще раз провести анализ творческого пути великого ученого и гражданина России.

Откуда дарование? Ю. Овчинников родился 2 августа 1934 г. в Москве в семье крупного авиационного конструктора А. Овчинникова, репрессированного в конце 30-х годов и впоследствии реабилитированного. С фотографии его отца 1936 г. на нас смотрит такой же высокий и стройный, как и его сын в будущем, изысканно одетый мужчина с фотогеничным благородным лицом.

Если попытаться реконструировать отцовское генеалогическое древо на 3–4 ступеньки вверх, наверняка и там мы увидим таких же красивых русских людей. Это и есть порода, добротная генетика, и этим многое обуславливается в поколениях (именно за утверждение данной простой истины отдал много сил Юрий Анатольевич, изгоняя лысенковщину из биологии в нашей стране). Мать Елена Ивановна — на фотоснимках интеллигентного вида женщина, совершившая жизненный подвиг, сумев без мужа сохранить и воспитать троих детей в сибирской ссылке. К сожалению, она рано умерла, так и не увидев славу старшего сына. Могла бы она порадоваться и за другого сына — Александра, который тоже пошел по научной стезе и стал членом-корреспондентом РАН по квантовой химии.

Детство. Формирование характера. Золотая медаль. Детские и школьные годы Юрия прошли в Красноярске. Он принадлежал к поколению военных и послевоенных лет — этим все сказано. Тогда выросли рано, быстро понимали, что главное в жизни — труд и борьба. Именно в эти годы у будущего ученого возникла стойкая уверенность, что всего можно достигнуть — нужны только цель и воля. Было у красноярских мальчишек общее увлечение — страсть к скалолазанию. Юный Юрий был в первых рядах этих смельчаков, причем выбирал самые неприступные вершины знаменитых «столбов», часто с риском для жизни. Эта страсть сохранилась на всю жизнь, и впоследствии, будучи в зарубежных командировках, он потрясал коллег, взбираясь на отвесные альпийские скалы, у подножия которых нашли могилу многие волевые, бесстрашные люди. Вообще, с молодых лет отличительные черты Овчинникова — стремление

© 2014 г. Воробьев В.С.

* Печатается по: Труды Второго съезда Общества биотехнологов России. Москва, 13–15 октября 2005 г. Под ред. Р.Г. Василовой. — М.: «Дельта», 2005. — С. 455–467 (первая публикация: «МГ», № 58, 30.07.04).

** **Автор для переписки:**

Воробьев Вадим Сергеевич

к.м.н., член Центрального Правления Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова

E-mail: obr@biorosinfo.ru

первенствовать, соревновательный азарт, спортивная злость. Он был первым везде — в шахматах, учебе (в математике, химии — особые знания, явно превосходившие уровень провинциального ученика). В любительских спектаклях он тоже первый. И мощь, и атлетизм — все при нем. А как венец юношества — золотая медаль по окончании школы.

МГУ — магнит для российских Ньютонов. Колебаний в отношении выбора вуза не было — только МГУ, только химфак. Он поступил в 1952 г., а в 1953 г. уже начались занятия в новом здании на Ленинских горах (ныне Воробьевы горы). Химический факультет был очень престижен. Читали лекции и вели занятия мировые светила, крупные ученые — Н. Семенов, В. Каргин, Ю. Арбузов и другие. Химия считалась тогда наукой номер один. Президент АН СССР А. Несмеянов — химик. Огромные успехи достигнуты в химии полимеров, нефтехимии, оргсинтезе, радиохимии и т.д. Еще был жив Н. Зелинский. Несмотря на отъезд за границу выдающихся российских ученых — В. Ипатьева, А. Чичибабина и других, сохранились их школы, появились новые. Легко понять, с какой энергией взялся за познание химических истин такой одаренный человек, как Юрий Овчинников. Его хватало на все. В первые студенческие годы активно занимался спортом, преуспел в борьбе (был чемпионом МГУ). Естественно, имея солидный школьный театальный опыт, он не прошел мимо студенческого театра МГУ, в те годы гремевшего на всю страну (достаточно сказать, что там как актриса сформировалась Ия Саввина, получил первые уроки актерского мастерства Василий Лановой). Юрию предложили роль Маяковского в пьесе В. Катаняна «Они знали Маяковского». Игра студента произвела фурор. Он играл почти без грима. Сходство поразительное. Тогда еще живые друзья и близкие поэта, в том числе Лиля Брик, плакали от счастья. Восхищался игрой Юрия и артист Николай Черкасов, игравший Маяковского в названной пьесе в Ленинграде. Об этих событиях еще долго ходили легенды в студенческих кругах (включая обмен главными героями между театрами). Казалось, вот-вот, и театр уведет молодого химика. Но, к счастью для отечественной науки, этого не произошло. По окончании университета Ю. Овчинников был зачислен в аспирантуру химфака МГУ на кафедру профессора Ю. Арбузова (сын знаменитого казанского химика), а в 1960 г. его пригласил в Институт химии природных соединений АН СССР известный химик академик М. Шемякин. Это стало судьбоносным решением для всей последующей научной карьеры Овчинникова.

Начало научного пути. Можно гадать, что было бы, если бы не это поворотное событие. Начинается стремительный рост ученого по административной и научной лестнице: в 29 лет он становится заместителем директора института по научной работе, в 34 — членом-корреспондентом АН СССР, в 36 — директором (после смерти М. Шемякина) и академиком АН СССР, а в 39 — вице-президентом АН СССР (занимает этот пост 14 лет, вплоть до самой смерти). Такая пиковая траектория восхождения гипнотизировала и удивляла многих — и друзей, и, надо сказать прямо, недоброжелателей. Часть ученых видела в этом особое везение или конъюнктуру. Но с исторической точки зрения следует объективно признать, что эта канва — лишь внешняя сторона дела. В основе всего лежал неумный, неистовый труд Юрия Анатольевича. Он никогда не жалел себя в работе и требовал того же от других. О таких в академических лабораториях говорили: «Работает, как зверь». Его учеба в аспирантуре была результативной, и руководитель Ю. Арбузов не стал препятствовать, когда Юрию предложили работу в недавно открытом Институте химии природных соединений. Да и М. Шемякин, разглядев у начинающего исследователя выдающиеся задатки, обеспечивал ему хорошие условия.

Вклад в науку: от химии к биологии. При оценке научной деятельности ученого важно определить, что он сделал лично. В случае Ю. Овчинникова это несложно. В кандидатской диссертации он предстает как классический химик-органик, работавший в русле концепции лекарственного синтеза. Тогда были актуальны антибиотики, и Юрий Анатольевич занимался проблемой синтеза тетрациклинов. Однако М. Шемякин коренным образом в императивном порядке переориентировал научные интересы молодого ученого на изучение пептидов, то есть, по сути, направив его к биологии. Результат не замедлил сказаться: через пять лет, в 1966 г., Ю. Овчинников защитил докторскую диссертацию на тему «Исследования по химии депсипептидов». Накануне он в течение года (1964 г.) стажировался в Высшей технической школе Цюриха у профессора В. Прелога — будущего лауреата Нобелевской премии, где приобрел полезный опыт препаративной химии, изучил стереоизомерию пептидов и оставил о себе наилучшие впечатления у зарубежных коллег.

Стартуя с этой основательной платформы, Юрий Анатольевич вместе со своим коллективом избрал в последующем два стратегических направления собственных исследований — химию сложных белков и мембранологию. И здесь его ждали успех и триумф.

Существенные заделы в изучении депсипептидов (антибиотики, короткие атипичные пептиды, содержащие помимо аминокислотных и оксикислотные остатки) позволили ему перейти к исследованию строения ионофоров, то есть веществ, осуществляющих избирательный перенос ионов металлов через мембраны. Так запрограммировано природой, что именно депсипептиды — валиномицин и энниатины — являются основой трансмембранного ионного транспорта. Эти работы Ю. Овчинникова намного опередили аналогичные исследования на Западе.

В развитие цикла работ по мембраноактивным комплексам он провел исследования структуры мембранных белков. Первым таким белком стал бактериородопсин, первичная структура и топография которого определены Ю. Овчинниковым в конце 70-х годов. Причем происходило это в условиях острой конкуренции за приоритет с Нобелевским лауреатом Г. Кораной. Юрий Анатольевич совместно с сотрудниками победил в этой гонке (сиквенс Овчинникова был опубликован в 1978 г., Кораны — в 1979 г.), равно как и в эпопее с определением аминокислотной последовательности родопсина — другого ретинальсодержащего белка (здесь он опередил Харгрейва на три года). Что важно: если в этих гонках-ристалищах Ю. Овчинников проигрывал, то умел мужественно, по-спортивному признать поражение и без колебаний закрыть тему.

В изучении химии сложных белков первой вехой стала расшифровка вместе с академиком А. Браунштейном (1972 г.) первичной структуры аспаратаминотрансферазы — последовательности из 412 аминокислот (в то время третья по величине белковая структура в мире). После исследования этой трансаминазы в лаборатории Ю. Овчинникова установлено строение более сложных белковых комплексов — ДНК-зависимой РНК-полимеразы, Na^+ , K^+ -АТФазы (в сотрудничестве с Е. Свердловым).

Утверждение молекулярной биологии. Чтобы понять личность Ю. Овчинникова, следует подвести общий итог его деятельности и как исследователя, и как организатора науки, и как общественного деятеля. К сожалению, до этого еще далеко. Только в 1964 г. вместе с отстранением Н. Хрущева от власти Академия наук СССР избавилась от влияния на развитие науки мракобеса Т. Лысенко. Но ведь лысенковщина осталась, и кто-то должен был ее искоренять. В 60–80-е годы история выдвинула на эти роли представителей старшего поколения — биохимиков академиков В. Энгельгардта и А. Баева и яркий молодой талант — химика-биоорга-

ника академика Ю. Овчинникова. Что же сделала эта «великая тройка»?

Во-первых, в конце 50-х годов по инициативе В. Энгельгардта и М. Шемякина при поддержке ряда научных лидеров — П. Капицы, Н. Семенова, И. Курчатова и других, а также президента АН СССР А. Несмеянова были созданы два новых академических института — Институт молекулярной биологии (сначала в названии были слова «радиационная» и «физико-химическая» — скорее для маскировки) и Институт химии природных соединений. Далее события развивались по неожиданному сценарию. Дело в том, что Н. Хрущев поддержал предложение об объединении Института горного дела АН СССР и НИИ угольной промышленности. В результате в Москве, на улице Вавилова, 32 высвободилось огромное помпезное здание. Президент АН СССР дал приказ двум директорам новых институтов срочно занять помещение, что и было сделано в ту же ночь. В операции вселения участвовал и молодой Овчинников, воля и напор которого весьма пригодились и были адекватны ответственности момента. Вот пример того, как неразумное решение работает на умное дело. Параллельно был создан Пущинский биологический центр, но прочная московская крыша у новой биологии появилась.

Во-вторых, в 70–80-е годы принято три постановления ЦК КПСС и правительства СССР о развитии молекулярной биологии. В их подготовке активно участвовали вышеупомянутые академики. Здесь роль Ю. Овчинникова особенно велика. За каждым постановлением следовали большие материальные ресурсы, включая немалые валютные средства, строительство новых НИИ, закупку дорогих приборов и реактивов, выделение тысяч ставок научных сотрудников, был жесткий контроль исполнения и т.д. Овчинников хорошо знал непростые государственные инструменты того периода, умел «ходить наверх и выбивать» необходимые для дела средства.

В-третьих, умение Ю. Овчинникова объединить и, если угодно, заставить работать вместе многих исследователей, порой несовместимых в личном плане. Пожалуй, трудно видеть на его месте кого-либо другого, кто сделал бы это лучше. Особенно это касается его вице-президентства в АН СССР.

Вице-президентство в Академии наук. Ю. Овчинников сменил в 1974 г. на этом посту лауреата Нобелевской премии Н. Семенова, блестящего ученого и незаурядного человека. Химик сменил химика, но оказалось, что биологическая нацеленность преемника

преобладала в его стратегии и тактике. В этом отношении нашей науке крупно повезло, иначе портреты Лысенко еще долго висели бы на стенах в НИИ. За неполных 15 лет вице-президентства Ю. Овчинников сделал так много, что другому не хватило бы и 30 лет.

В стратегическом плане он отступил от раздачи средств по принципу «всем сестрам по серьгам». Примеров тому множество. В стране создавалась сеть лабораторий и НИИ биорганической химии (Москва, Минск, Киев, Ташкент, Пушкино, Новосибирск, Владивосток), открывались соответствующие кафедры в престижных вузах (МГУ, МФТИ). Им создан уникальный учебный центр для студентов старших курсов на базе Института биорганической химии им. М.М. Шемякина, укреплялась материальная база ведущих профильных институтов и лабораторий, главным образом в системе «большой» академии. Ю. Овчинников поддерживал развитие генно-инженерных и биотехнологических исследований. Особо нужно подчеркнуть, что он 14 лет (1974–1988 гг.) был председателем Межведомственного научно-технического совета по проблемам физико-химической биологии и биотехнологии при ГКНТ и президиуме АН СССР и на этом посту добился выдающихся результатов. Нельзя в этой связи не упомянуть созданный и руководимый им Межотраслевой научно-технический комплекс «Биоген», который обеспечил существенный прорыв в области биоинженерии (интерфероны, гормон роста и т.д.). Вице-президентство Ю. Овчинникова — это почти сказочная пора для отечественной биологии. Все, что сделано им, фактически помогло нашей фундаментальной науке в годы лихолетья политических и экономических неурядиц удержаться на плаву.

Юрий Анатольевич верил в примат фундаментальной науки и чувствовал, что дела в науке ладятся только тогда, когда подключается «большая» академия. С ВАСХНИЛ ему кое-как удалось организовать взаимодействие АН СССР (по крайней мере, в части, касающейся биотехнологических дел), он даже вошел в состав ее членов, а вот с другими отраслевыми академиями, особенно с Академией медицинских наук, нет. Он чувствовал, что ей не хватает фундаментального звена: слишком велик был перекосяк в клинический эмпиризм. Формальный союз между АН и АМН СССР был заключен, и в 80-е годы даже создали амбициозную программу «Фундаментальные науки — медицине», но она так и осталась на бумаге. Единственная «удачная» акция, которую смогли провести к тому времени совместно АН и АМН СССР, — объединенная Павловская сессия 1950 г. Ныне ставится задача улучшить ситуацию.

В Академии наук Овчинников заботился об обновлении кадров ученых, притоке молодежи, зарубежных стажировках для талантливых работников. Я присутствовал на заседании президиума АН СССР в 70-е годы, где речь шла об итогах проверки одного из ленинградских академических НИИ. Перечисление научных тем и достижений вызывало у вице-президента Ю. Овчинникова обычную реакцию, но когда докладчик сообщил, что средний возраст научных сотрудников 58 лет, вице-президент воскликнул: «Это же умирающий институт!».

Слава и международное признание. К Юрию Овчинникову слава пришла рано, и, безусловно, он к ней привык. Надо полагать, она не была ему неприятна. Он вел себя, как подлинный харизматический лидер: в любой ситуации был безукоризнен — со вкусом одет, прекрасная дикция, активность в дискуссиях, владение любой аудиторией и т.д. Нужно быть откровенным — его любили и уважали многие.

Излишне говорить о его членстве в бесчисленных академиях и обществах, комиссиях. В последние годы (1985–1988 гг.) он даже не отказался от поста председателя правления Центрального совета Всесоюзного добровольного общества борьбы за трезвость. Все это приходилось выдерживать. Конечно, он не был обделен признанием на родине — Герой Социалистического Труда, кавалер орденов Ленина и т.д. Кроме того, он член президиума Верховного Совета РСФСР, член центральной ревизионной комиссии КПСС, кандидат в члены ЦК КПСС, делегат ряда партийных съездов.

Зарубежные ученые избрали его почетным членом своих академий, университетов и научных обществ (Франция, Великобритания, США, Швеция, Испания, Индия, Перу, страны социалистического лагеря и другие), членом редколлегий международных журналов, он был награжден медалями зарубежных академий, избран президентом XVI конференции ФЕБО (Федерация европейских биохимических обществ) в Москве (1984 г.).

Дефицит времени. Субботы шефа. Прочитав вышеизложенное, читатель спросит, а когда же заниматься наукой? По воспоминаниям вдовы ученого Татьяны Овчинниковой, он вставал в 5 утра, после зарядки 2–3 часа просматривал научную литературу и расписывал статьи сотрудникам (в год таких статей набиралось до 2,5 тыс.). Кроме того, были регулярная вечерняя работа в лаборатории и так называемые субботы шефа, когда он весь выходной день проводил в лаборатории химии белка в ИБХ АН. В эти дни он активно общался с коллегами — были коллоквиумы и другие формы научной

деятельности. Многие сотрудники выходили на работу и вступали в нелегкий диалог с руководителем. Иногда такие субботы проходили и в Пущино, где ученый полностью погружался в любимую науку (там у него тоже была лаборатория химии белка в Институте химии белка АН СССР).

Друг Испании. Есть в жизни Ю. Овчинникова теплая романтическая страница — Испания. Именно ему через год после восстановления дипломатических отношений с этой страной выпала честь стать президентом общества «СССР — Испания» и оставаться им до конца своих дней (1978—1988 гг.). Может быть, это покажется субъективным, но более удачную кандидатуру трудно подыскать. Овчинников с лихвой оправдал доверие обеих сторон. Это был прекрасный президент, остроумный, общительный, всесторонне эрудированный, не говоря уже о профессиональных качествах. Он основательно ознакомился с историей и культурой Испании и полюбил ее, выучил испанский язык и неплохо говорил на нем (помимо блестящего знания английского и других языков). Его вклад в укрепление отношений с Испанией неоценим: Ю. Овчинников закладывал заново фундамент русско-испанской дружбы. Он прекрасно знал короля Хуана Карлоса и премьера Фелипе Гонсалеса, многих научных и общественных лидеров этой страны. Он участвовал в проведении дней Испании в СССР и неделе Мадрида в Москве. Вместе с ним в обществе трудились такие выдающиеся личности, как космонавт Владимир Джанибеков, актриса Людмила Касаткина, филолог Венедикт Виноградов и другие. Можно добавить и то, что активная поддержка Ю. Овчинникова помогла издать перевод на русский язык автобиографии национального гения Испании Сантьяго Рамон-и-Кахаля.

Овчинников и короли. В иконографии Ю. Овчинникова несколько снимков, на которых он рядом с королями: среди них король Швеции Карл XVI Густав, король Испании Хуан Карлос. Удивительное дело — ученый не робел рядом с монархами. Это же касается и контактов с королями науки — дважды нобелевскими лауреатами Лайнусом Полингом и Фредериком Сенгером, нобелевскими лауреатами Александром Тоддом, Владимиром Прелогом, Дороти Ходжкин.

Болезнь. Последние дни. И вот этой красивой, яркой, кажущейся бесконечной жизни суждено было неожиданно оборваться. У 50-летнего ученого врачи определили тяжелое, как оказалось неизлечимое, злокачественное заболевание крови. Он начал медленно угасать. Многие удивлялись и восхищались, как он умирал. Стойкость, рационализм, мужество, верность

долгу ученого. Он продолжал активно работать, ездил в заграничные командировки, читал лекции, дописывал учебник по биоорганической химии.

Ряд исследователей вспоминает его последнюю речь в родном институте в декабре 1987 г., за два месяца до смерти. Он собрал силы и выступил, как всегда, с блеском. Незадолго до рокового конца ему предложили альтернативу: или пересадку костного мозга с перспективой двух месяцев жизни, будучи прикованным к постели, или умирание без вмешательства, но в режиме свободы. Он выбрал последнее. Это произошло 17 февраля 1988 г. Похоронен Юрий Овчинников на Новодевичьем кладбище.

Черты характера. Безупречный рыцарский дух, романтизм, идеализм (не мировоззренческий, а духовный) — в этом весь Овчинников. Это важно иметь в виду при оценке Юрия Анатольевича. Вокруг него всегда собирались благородные, красивые, чистые люди. Не зря он с таким пиететом относился к Испании, имеющей свою кульминацию в образе Дон Кихота.

Стиль его работы можно назвать отчасти авторитарным. Но ведь, скорее всего, в этом он был не оригинален и мог подражать старшим руководителям. Общеизвестно, что даже милый и улыбающийся Владимир Александрович Энгельгардт был жестким директором. Каждый вступающий с Овчинниковым в контакт, а уж тем более в конфликт, должен был это помнить. Здесь срабатывала психология поединка. Самолюбие человека — достойное уважения качество. Если ему противостоял слабый субъект, такой человек рисковал не устоять на пути: сила побеждала. Мы знаем много подобных примеров — Г. Жуков и С. Королев не всем нравились из-за таранной мощи.

Но ведь Овчинников был беспощаден прежде всего к себе. Его коллеги по лаборатории вспоминают, что при выездах на сельхозработы, на прополке свеклы, он постоянно брал не одну, а три грядки, причем скорость и качество работы от этого не страдали: друзья специально проверяли. Это, конечно, мелочь, но тем не менее и индикатор его внутренней сущности и в малом, и в большом.

Однако этот железный ученый отличался необыкновенной добротой и отзывчивостью. Об этом говорят многие его сослуживцы. Вне работы это был веселый, искрометный человек, неутомимый рассказчик, юморист, прекрасный певец и танцор, он ходил на лыжах, любил плавать... Господь послал ему пятерых детей.

«Голубая кровь»: кто прав? Еще и года не прошло после смерти ученого, как началась журналистская

кампания на страницах «Огонька», «Литературной газеты» и других изданий о неуправляемом организаторе науки (речь шла о Ю. Овчинникове), якобы зажимавшем истинных ученых, разработавших в Пуцдино перфторан («голубая кровь»). Следует напомнить, что история не пишется только черной и белой краской, в ней есть полутона. Истина, как правило, лежит посередине. Тем более все шло на фоне перестроечной гласности и бесконечных разоблачений тиранов и деспотов. Больше всех, конечно, досталось товарищу Сталину. Но перепало и Юрию Анатольевичу. В этой истории с «голубой кровью» еще предстоит разобраться и дать ей объективную оценку.

Воспоминания. В книге о Ю. Овчинникове, выпущенной издательством «Наука» в 1991 г., приводится ряд высказываний об ученом. Приведем некоторые из них.

Лауреат Нобелевской премии Александр Тодд (Великобритания): «В лице Юрия Овчинникова я потерял бесценного друга, а его страна — одного из своих лучших посланников, представляющих науку за рубежом. И я сомневаюсь, сможет ли кто-то заменить его». Дважды лауреат Нобелевской премии Фредерик Сенгер (Великобритания): «Юрий Овчинников внес огромный вклад в научное познание и организацию науки. Нам, его друзьям во всем мире, будет его очень недоставать». Хирург, иностранный член РАМН Майкл Де Бейки (США): «К Юрию я всегда испытывал огромное уважение и восхищение, не только потому, что он посвятил всю свою жизнь служению человечеству, но за то, что он был лидером советской науки». Лауреат Нобелевской премии Владимир Прелог (Швейцария): «Всюду, где требовалось наведение мостов между Востоком и Западом, ощущалась необходимость в его присутствии». Академик РАН А. Баев: «Он лучший организатор науки, которого мне пришлось встретить». Президент Академии наук Венгрии Янош Сентаготаи: «Я уверен, что рано или поздно он удостоился бы этой высокой награды (Нобелевская премия. — В.В.), если бы был жив». Академик РАН А. Спиринов: «Одной из замечательных черт Ю.А. Овчинникова была его абсолютная приверженность принципу интернационализма науки». Профессор Гарвардского университета Элкан Блоут (США): «Ученые всего мира долго будут помнить Ю. Овчинникова — выдающуюся личность в биологии XX века». Президент Австралийской академии наук, иностранный член АН СССР Артур Берч: «В Советском Союзе, возможно, долго еще не будет личности, подобной ему».

Наследие Юрия Овчинникова. Для любого ученого важно, сохранится ли и приумножится ли дело, ко-

торому он отдал жизнь. В случае Юрия Анатольевича мы должны сказать твердое «Да». И хотя нет славословия в его адрес и даже отмечается некоторая тенденция к замалчиванию или принижению его роли, содержательная сторона прошла испытания временем. В анналах мировой летописи науки имя Юрия Овчинникова записано золотыми буквами. Одно только великолепное здание Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, построенное по его замыслу в виде двойной спирали ДНК и казавшееся ранее неким излишеством, в настоящее время представляется символом, на базе которого обязательно возродится отечественная молекулярная биология. Его ученики и преемники академика РАН В. Иванов и А. Мирошников — бесспорные лидеры в области биохимии, теоретической и практической геномной инженерии. В день 70-летия со дня рождения ученого можно с уверенностью сказать, что его имя и дела не забыты и будут продолжены.

Постскриптум

Факты биографии ученого в статье десятилетней давности в основном схвачены правильно и сравнительно полно, однако время идет и ретроспективные оценки могут меняться. К тому же работают и объективные обстоятельства, в связи с чем это становится предметом специального рассмотрения. Помимо временного фактора, есть еще аспекты жанра. Вышеприведенная статья написана в газетном стиле, а поэтому в журнальном дополнении можно дать более развернутый анализ. Важно также и то, что по мере отдаления от даты ухода из жизни выдающегося человека можно с большей доказательностью и в этическом, и в предметном плане переходить к общей оценке его деятельности.

Ю.А. Овчинников работал на опережение, и в этом его непреходящее значение. Многие в его высокоэффективной деятельности как бы спонтанно подготавливалось, а то и просто детерминировалось в субъективном и объективном порядке. Разве не удивительно, как М.М. Шемякин резко развернул интересы молодого сотрудника от традиционной органической химии к пептидной тематике?

Надо сказать, что тенденция к постановке и решению биологических вопросов к этому времени уже наблюдалась в мировой науке. Вспомним хотя бы Нобелевскую речь Александра Тодда в 1957 году, когда он подчеркивал сходную мысль: «...Сегодня мы стоим на пороге новой эры, в которой химик-органик, следуя этим путем, может получить ключи, необходимые для

раскрытия тайны ядра клетки» [2, 13]. А прямой синтез инсулина Фредериком Сэнгером свидетельствовал без лишних слов о триумфе наступившей эры биологии. (Кстати, Юрий Анатольевич любил использовать термин «эра» не только в социальном смысле).

Замечательная прививка европейской науки была сделана в США — Дельбрюк, Дульбекко, Очоа, Луриа, а еще раньше супруги Кори и другие выдающиеся исследователи, которые ознаменовали собой решительный поворот приоритетов химиков и физиков к биологии. Сыграл свою роль и прямой призыв к ученым в разгар страшной мировой войны такого беспрецедентного ума, как Шредингер, — направить поиски на глубинные основы жизни.

Почему Овчинников с таким пиететом относился к биотехнологии? Он увидел, что в конце XX века — это мощная точка роста как химических наук, так и биологии в целом. Термин «биоорганический» сыграл свою объединяющую преемственную роль, обратив многочисленное сообщество химиков-органиков к биологическим проблемам. Все это работало вместе с общей тенденцией отечественной биологии, начиная с конца 1950-х годов. Ведь и понятие «молекулярной биологии» неслучайно пришло в среду классических биохимиков и определило главный вектор развития.

Теперь по прошествии времени становится более ясной значимость речи Ю.А. Овчинникова на заседании в честь 150-летия со дня рождения Д.И. Менделеева в 1984 году. Тогда и старшее и младшее поколения обратили внимание в основном на эмоциональную сторону юбилейного сообщения, чему способствовали его форма и несомненный артистический дар докладчика. Ведь при внимательном ознакомлении с текстом доклада становится понятной расстановка акцентов. Опять же это — прогностическая сущность великих открытий в химии, да еще вдобавок связанная с русским умом. Не зря подчеркивала Т.В. Овчинникова в своих воспоминаниях, как серьезно готовился к данному выступлению ее супруг.

Столь цельное и однозначное понимание значения молекулярного уровня исследований для биологии наложило отпечаток на все грани деятельности Юрия Анатольевича. Его личный вклад в разработку научных проблем хорошо проанализирован и отражен в многочисленных литературных источниках, включая электронные [8, 12]. Достаточна и биографическая и мемуарная литература об ученом [1, 4, 6, 7, 9–11]. Однако отдельные аспекты требуют комментариев.

Главное, что всегда интересует историков науки, — как развивается дело рук исследователя? Магистральная

линия прогресса научного направления, разрабатывавшаяся или поддерживавшаяся им, сохраняется во всем мире. Другое дело — место нашей страны в суммарном вкладе. Здесь прежние передовые позиции во многом утрачены. Правда, в последние годы принимаются меры по исправлению ситуации, в том числе по преодолению значительного отставания в области биотехнологии.

Что же касается научных учреждений, созданных им или при его активном участии, то время показало их жизнеспособность и востребованность. Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова вместе с филиалом в Пушкино продолжают свою деятельность в русле базовых тем, заложенных еще их основателем. Проводит образовательную подготовку Учебно-научный центр (руководитель — Т.В. Овчинникова). Функционируют соответствующие кафедры в МГУ и МФТИ. Институты, созданные Овчинниковым в России и республиках бывшего СССР (Новосибирск, Владивосток, Минск, Киев, Ташкент), также развивают свои традиционные направления.

Имеется очень показательный факт, свидетельствующий о результативности деятельности Ю.А. Овчинникова. Это — его вклад в развитие биотехнологии на Кубе. Он дважды посетил Остров свободы: первый раз в 1979 году с миссией подписания протокола о двустороннем сотрудничестве между Академией наук и другими научными учреждениями Кубы и Академии наук СССР в области химии и биологии; второй раз — в 1985 году для подписания плана научного сотрудничества между Академией наук Кубы и Академией наук СССР на 1986—1990 гг. и участия в симпозиуме Кубинского химического общества. Итог этого старта совместных действий известен: Куба занимает лидирующее место по уровню развития биотехнологии, всем известны работы Центра геномной инженерии и биотехнологий в Гаване.

В юбилейной статье к 80-летию ученого целесообразно упомянуть и о «бойцах видимого и невидимого фронта», которые много сделали за прошедшие годы для сохранения памяти о Юрии Анатольевиче (помимо дирекции и ведущих специалистов ИБХ РАН).

Во-первых, многотрудная деятельность вдовы Ю.А. Овчинникова — Татьяны Владимировны, которая ведет постоянную работу, направленную на поддержание внимания к его личности и делам. Это и регулярные конференции, приуроченные к памятным датам, организация чтений его памяти, курирование музея и мемориального кабинета, а главное — бережный уход за любимым детищем Юрия Анатольевича: Учебно-научным центром ИБХ.

Во-вторых, большая и ответственная работа Татьяны Александровны Соркиной, сотрудника ИБХ, знавшей Ю.А. Овчинникова еще с химфака, принимавшей участие в издании избранных трудов ученого [8].

В-третьих — высокопрофессиональный труд Алексея Николаевича Шамина (1931–2002), профессора, известного историка науки, соавтора Ю.А. Овчинникова, который отражал его деятельность в исторической литературе.

В-четвертых — дела множества отечественных и зарубежных авторов и вообще специалистов, представителей прежних и ныне живущих поколений, всех, кто понимал и понимает истинное значение научного вклада ученого. В этом созвездии имен почетное место занимают красноярцы, достойно чтущие своего земляка — Ю.А. Овчинникова, — присвоив его имя одной из лучших школ края (школа № 10) [5].

В-пятых — деятельность на протяжении последних десяти лет Общества биотехнологов России, носящего имя Ю.А. Овчинникова и использующего методы негосударственной поддержки для развития биотехнологического направления. Общество работает и в направлении сохранения памяти о нем, учредив медаль имени Ю.А. Овчинникова для молодых ученых за лучшую работу по биотехнологии и физико-химической биологии и издавая журнал «Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова» [3].

Конечно, нельзя не отметить государственных установлений, направленных на увековечение памяти Ю.А. Овчинникова: присвоение его имени институту, учреждение премии РАН имени Ю.А. Овчинникова в области физико-химической биологии и биотехнологии. Это выполняет функцию стабильности, преемственности и долговременности, по крайней мере, на обозримое будущее.

В юбилейные дни уместно поставить вопрос и о других мерах, призванных сохранять внимание к личности Ю.А. Овчинникова, например, издании летописи его жизни (по аналогии с классиками) или публикации биографии в серии ЖЗЛ. Мы не должны быть равнодушными к делам минувшим, надо помнить о своих давних и недавних героях и бережно собирать по крупицам все, что известно о них, в строгой научной, хронологической последовательности или в общедоступной художественной форме. Возможно, следует создать и англоязычную версию биографии ученого.

В заключительной части несколько слов об организационных методах, которых придерживался Юрий Анатольевич. Он как опытный руководитель нового

типа хорошо чувствовал плюсы и минусы работников, занятых в научной сфере. Мгновенно идентифицировал маниловых и чичиковых в науке, когда они предупредительно молчали или почтительно улыбались, а уж тем более, когда рассказывали о своих псевдоуспехах. Но зато он тонко воспринимал биение новой мысли, искру неожиданной ассоциации в нелегком научном поиске. Приведу один характерный пример.

Ю.А. Овчинников знакомился с научными учреждениями Томска. В конце визита ему предстояло посетить лабораторию, расположенную в пригороде. Вылет самолета был назначен через два часа. Работы томичей заинтересовали его, он стал входить в подробности, начались вопросы, возникла дискуссия (а речь шла о генетической диагностике и скрининге врожденных заболеваний — болезни Дауна и миодистрофии Дюшенна). Рейс был задержан, обсуждение прошло до конца, в полном объеме. Прощаясь, гость узнал, какие есть проблемы и потребности, и попросил изложить просьбу. Через месяц вопрос о выделении необходимого оборудования был решен. Вот так действовал руководитель, в сфере ответственности которого находилась 1/6 земного шара!

И, наконец, об отношении к подрастающему поколению. Юрий Анатольевич любил молодежь и любил общаться с нею. Со стороны в позе хроникера тех событий могла показаться избыточность таких действий — ведь дефицит времени был огромен (известно, что его график был распisan по часам на полгода вперед). Сейчас же становится ясным — это опять работа на будущее. Он, может быть, подспудно знал или, по меньшей мере, был уверен, что среди некоторых из этих неоформленных, угловатых молодых людей обязательно появятся его двойники или преемники, которые пойдут его путем верного служения идее научного поиска.

В ИБХ имеется короткая кинолента об Овчинникове. Там используется музыкальный рефрен из кинофильма «Земля Санникова» — «Есть только миг между прошлым и будущим». Музыка и слова хорошо вписываются в контекст этого фильма с прекрасными актерами. Но после просмотра киносюжета о Юрии Анатольевиче с наложением данной мелодии возникает удивительно гармоничное чувство абсолютного совпадения с лейтмотивом его необыкновенной жизни.

Литература

1. Васильев Р.Г., Трубников В.И. Памяти Х.Г. Кораны (1922–2011). Некролог // Вестник биотехнологии и

- физико-технической биологии им. Ю.А. Овчинникова. — 2011. — Т. 7. — № 4. — С. 69–74.
2. Воробьев В.С., Воробьева О.В. К 100-летию со дня рождения Александра Тодда, выдающегося химика XX столетия, одного из создателей фундамента современной молекулярной биологии // Вестник биотехнологии и физико-технической биологии им. Ю.А. Овчинникова. — 2007. — Т. 3. — № 2. — С. 61–70.
 3. Воробьев В.С., Воробьева О.В. К 20-летию со дня смерти академика Ю.А. Овчинникова // Вестник биотехнологии и физико-технической биологии им. Ю.А. Овчинникова. — 2008. — Т. 4. — № 1. — С. 57–63.
 4. Воробьев В.С. Академик Овчинников — легенда российской биологии (к 70-летию со дня рождения выдающегося ученого) // Труды Второго съезда Общества биотехнологов России. Москва, 13–15 октября 2004 г. / Под ред. Р.Г. Василова. — М.: «Дельта», 2005. — С. 455–467.
 5. Воробьева О.В. К 70-летнему юбилею Красноярской средней школы № 10 имени академика Ю.А. Овчинникова // Вестник биотехнологии и физико-технической биологии им. Ю.А. Овчинникова. — 2007. — Т. 3. — № 1. — С. 68–69.
 6. Научная конференция по биоорганической химии и биотехнологии «Х чтения памяти академика Юрия Анатольевича Овчинникова» (Москва-Пуцдино, 14–17 ноября 2011 г.) // Вестник биотехнологии и физико-технической биологии им. Ю.А. Овчинникова. — 2011. — Т. 7. — № 4. — С. 74–78 (Хроника).
 7. Овчинникова Т.В. Наукою призванный: творец и организатор. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988) / В кн.: Судьбы творцов российской науки. — М.: Эдиториал-УРСС, 2002. — С. 196–205.
 8. Овчинников Ю.А. Химия жизни. Избранные труды / Сост. Т.А. Соркина, В.В. Егорова, Т.В. Овчинникова. Отв. ред. В.Т. Иванов. — М.: Наука, 1990. — 495 с.
 9. Сайт Института биоорганической химии им. М.М. Шенякина и Ю.А. Овчинникова. <http://www.ibch.ru>.
 10. Сайт Общества юиотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова. <http://www.biorosinfo.ru>.
 11. Юрий Анатольевич Овчинников. Жизнь и научная деятельность. — М.: Наука, 1991. — 256 с.
 12. Юрий Анатольевич Овчинников / Сост. Н.Б. Полякова, Е.Д. Дьяченко, Т.В. Овчинникова. Авт. вступ. статьи В.Т. Иванов. — М.: Наука, 1991. — 151 с. — («Материалы к биобиблиографии ученых СССР». Серия биохимия. Вып. 111).
 13. Todd A.R. Banquet speech / In: Les Prix Nobel en 1957. Ed. Goeran Liljestrang, [Nobel Foundation], Stockholm, 1958. <http://nobelprize.org>.

ACADEMICIAN OVCHINNIKOV – THE LEGEND OF THE RUSSIAN BIOLOGY (ON THE 70TH ANNIVERSARY OF THE OUTSTANDING SCIENTIST – WITH THE ADDITION OF MATERIALS FOR THE PERIOD 2005–2014)

V.S. VOROBYEV

Yu.A. Ovchinnikov Russian Biotechnology Society, Moscow

In connection with the 80th anniversary of the birth of the outstanding Russian scientist Yu.A. Ovchinnikov his biography published to 70th anniversary was presented. In addition, to this biography was added the most valuable materials that have appeared over the past decade, including little-known facts and events relating to the preservation of the memory about investigator and development of his scientific directions in the field of molecular biology and biotechnology.

Keywords: history of science, molecular biology, biotechnology, biography, Yu.A. Ovchinnikov.

БИОТЕХНОЛОГИЯ БЛИЖАЙШИХ ЛЕТ*

Ю.А. ОВЧИННИКОВ

Перепечатка статьи из сборника (1982 г.) работ известных советских ученых, в котором они излагают данные о наиболее успешных достижениях отечественной науки. Ю.А. Овчинников выбрал для своей публикации тему, связанную с биотехнологией, которая делала в те годы только первые практические шаги после революционных открытий в сфере молекулярной биологии (обратная транскрипция, рекомбинантная ДНК, генная инженерия).

Ключевые слова: биотехнология, история науки, Ю.А. Овчинников.

Мы свидетели качественных перемен в науке, которая становится одним из главных двигателей прогресса. Там, где экономические рычаги уже использованы, наука открывает неожиданные возможности, ведущие к цели неизведанным путем, который часто оказывается много короче.

Сокращение сроков внедрения достижений науки в практику — черта нашего времени. В условиях же социалистической системы хозяйствования это имеет особое значение, поскольку наука у нас — инструмент в руках государства, и очень крупные научные направления планируются государством в интересах развития всего народного хозяйства страны. Физико-химическая биология — одна из таких наук.

В предыдущем пятилетии мы ставили себе задачу выйти на определенный уровень развития биологической науки в стране, который был бы адекватен мировому. Главные направления этого наступления определились к середине 70-х годов, когда наметился существенный прогресс в ряде ведущих направлений биологии — молекулярной генетике, иммунологии и иммунохимии, изучении мембран, биоэнергетике и др. За постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР 1974 года о развитии фундаментальных исследований в биологии, использующей физико-химические подходы и приемы, последовало создание в стране крупных научных центров, которые обусловили значительное продвижение вперед. В одиннадцатой пятилетке нам предстоит, поддерживая и укрепляя весь фронт биологических исследований, обеспечить особенно быстрое развитие тех областей физико-химической биологии, которые имеют прямой

выход в медицину, сельское хозяйство, в ряд отраслей промышленности.

В принятых XXVI съездом КПСС «Основных направлениях социального и экономического развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» предусмотрена «разработка биотехнологических процессов для производства продукции, используемой в медицине, сельском хозяйстве и промышленности». Речь идет о реализации достижений в исследовании физико-химических основ жизнедеятельности, которые завершились созданием новых технологий. Впервые биотехнологические работы включены в Государственный план. В целевых программах расписаны разработчики и исполнители — от научных учреждений до заводов.

Сейчас создается, по существу, новая отрасль промышленности — высокопроизводительная, эффективная, мобильная, требующая высокой культуры производства, но дающая принципиально новый подход к решению задач, которые до этого казались недоступными.

Пример — получение лекарственных препаратов. Традиционное направление в медицине — поиск препарата эмпирическим путем, путем долгим и необычайно трудоемким. Приходится синтезировать и проверять в среднем 10—12 тысяч веществ, чтобы найти один ценный препарат. Идут длительные испытания на животных, затем испытания клинические, прежде чем этот препарат входит в практику.

Другой путь — более эффективный (если он приемлем) — использование природных биорегуляторов, которые содержатся в организме, но в недостаточных количествах. В частности, больные диабетом испытывают недостаток в инсулине, потому что поджелудочная железа перестает вырабатывать нужное количество этого гормона. Сейчас практикуют введение в организм инсулина животного происхождения. Но он отличается от человеческого, и у многих больных уже сегодня воз-

* Печатается по: Овчинников Ю.А. Биотехнология ближайших лет / В кн.: ... И до 1990 года / Сост. В. Федченко. — М.: Мол. гвардия, 1982. — С. 58—81. — (Эврика) (<http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000070/st003.shtml>).

никают аллергические реакции, вплоть до того, что некоторые вообще не переносят животный инсулин; а такая ситуация в общем-то чревата печальным исходом. Перед наукой встала проблема: нужен инсулин человека, но где и как его добывать?

Когда пептидный синтез достиг высокого уровня, решили синтезировать инсулин химически. И принципиально он был синтезирован, но экономически этот путь оказался пока тупиковым. Преградой стала сложность его массового производства: необходимо около 150 стадий синтеза. Были испробованы и другие подходы, но все они натолкнулись на непреодолимые препятствия.

И вот одно из направлений современной биотехнологии родилось на основе генетической инженерии. Наступил определенный этап в изучении нуклеиновых кислот, главных хранителей наследственной информации, когда ученые научились не только прочитывать структуру генетического аппарата — ДНК, но и оперировать эту гигантскую молекулу, разрезая ее на части, смотреть, какие фрагменты отвечают за ту или иную функцию живого организма, выделять или синтезировать их химическим путем. Произошел революционный скачок в науке: оказалось, что можно взять ген одного организма и встроить его в генетический аппарат другого — он там работает! Проще всего сегодня встраивать чужие гены в микроорганизмы — бактерии или дрожжи, для чего лучше использовать сателлитные генетические структуры — плазмиды, которые представляют собой маленькие циклические молекулы ДНК, несущие небольшую часть генетической информации клетки. Делать это можно, используя и другие простейшие системы, такие, скажем, как вирусы, бактериофаги. Вводя туда информацию с помощью нового гена, можно ожидать, что она будет реализована, проявит себя в организме нового хозяина. Полученные таким образом искусственные ДНК назвали рекомбинантными.

Что же сделано сегодня?

Например, ген инсулина был химически синтезирован, затем введен в микробную клетку — кишечную палочку, и заработал... Правда, не сразу. К нему пришлось присоединить еще некоторые элементы ДНК, необходимые для того, чтобы клетка начала реализовывать новый ген. Эти элементы как бы говорят клетке, что ген «свой» и его можно принять и использовать.

Такой искусственный организм, построенный, с одной стороны, из кишечной палочки, с другой — из синтетического животного гена, работает и дает среди собственных продуктов жизнедеятельности инсулин. Выход препарата достигнут уже значительный. Но ис-

следования продолжаются. В лабораторных условиях синтез осуществлен в нескольких странах, включая нашу страну. Найден прямой путь, потому что с помощью именно такой комбинации инсулин человека оказывается доступным. Первые результаты (а здесь нужна тщательная проверка) показывают, что он абсолютно идентичен тому, что вырабатывается человеческим организмом. Значит, этот подход пригоден для получения и других биорегуляторов...

После инсулина замахнулись на интерферон — белок, который в живом организме подавляет размножение вирусов, обезвреживая их в клетке хозяина. Изучать его непросто хотя бы потому, что его ничтожно мало в клетках. Кроме того, интерферон вырабатывается клеткой только в ответ на ее заражение вирусом. При этом надо помнить, что интерферон видоспецифичен, для каждого организма свой. Как же в таком случае быть с человеческим?

Надо иметь клетки человека, клеточную культуру, которая способна давать интерферон. Выбрали кровь, а точнее лейкоциты, которые, когда их заражают вирусом, вырабатывают интерферон, и стали его выделять из этих клеток. Такой метод получения интерферона сейчас широко применяют во всем мире, разработан он и в нашей стране, в Институте эпидемиологии и микробиологии имени Н. Ф. Гамалеи Академии медицинских наук СССР.

Все, казалось бы, хорошо, но ученые подсчитали: чтобы получить одну лечебную дозу интерферона, надо взять примерно два литра донорской крови. Другими словами, чтобы вылечить всех больных вирусными заболеваниями, наверное, не хватит крови всего человечества.

Проблема интерферона стала еще более острой после того, как удалось показать, что этот белок в высоких концентрациях эффективен против многих вирусных заболеваний, включая грипп. Сенсацию в мире вызвало то, что на ряде примеров была обнаружена его эффективность против некоторых форм рака. Не путь ли это к решению проблемы? Если считать, что многие формы рака имеют вирусную природу, это не так уж нелогично. Обольщаться, конечно, нельзя, но есть над чем подумать...

Значит, интерферон необходим. И ученые включились в борьбу за получение этого белка на путях генетической инженерии. В принципе технология его получения та же, что и инсулина, только теперь надо из лейкоцитов человека выделить не сам интерферон, а его ген, и уже этот ген встраивать в кишечную палочку или дрожжи. Другой путь — синтезировать ген химически,

что сделать труднее, чем в случае с инсулином, поскольку интерферон имеет гораздо более сложную структуру. Она была расшифрована лишь в 1980 году, и не прямым путем (белок был недоступен для прямого анализа), а через генетическую копию. Когда стала известна структура, появилась возможность начать химический синтез.

В нашей стране работа идет по обоим направлениям. Нельзя пока сказать, что задача решена. Но ген интерферона уже получен, и программа работ близка к завершению.

Эти два примера показывают огромные возможности генетической инженерии. Сейчас задача тщательной медицинской оценки генноинженерного препарата выдвигается на первый план.

Создание микроорганизмов с желаемыми свойствами стало делом привычным. Они сравнительно легко воспринимают любые гены, растут и синтезируют чужие белки. Процесс этот можно оптимизировать — искусственная система довольно легко поддается воздействию экспериментатора, и можно в сотни раз повышать выход одного какого-либо конкретного белка. Но надо всегда иметь в виду, что консервативность такой системы не столь велика, как у сложившегося организма, который оттачивался веками эволюции. Следовательно, новые организмы требуют большего внимания.

Это направление генной инженерии мы считаем одним из главных в биотехнологии, с прямыми выходами, наиболее перспективным для медицины.

Но есть и другие. Например, использование культур клеток. Это также биотехнология, то есть технология выращивания культуры клеток животных или растений. Естественно, проще выращивать их — подобно тому, как это делается с микроорганизмами — в ферментерах, чем выделять из организма, даже если это животные клетки, а не клетки человека.

Главное, что здесь определилось сегодня, — возможность практического использования последних достижений иммунологии. Известно, что организм для борьбы с любым чужаком, будь то микроб или вирус, выделяет специфические белки — антитела или иммуноглобулины. Такая защитная клетка иммунной системы, как лимфоцит, вырабатывает универсальные антитела, действенные против любых агентов, какие только можно себе представить. Данное свойство организма используется в медицине: в организм вводится убитый вирус, в ответ на него вырабатываются необходимые антитела, и организм подготавливается к встрече с живым вирусом.

А можно ли создать такую клетку, которая продуцировала бы только один конкретный тип антител про-

тив одного конкретного агента, вторгшегося в организм? Оказывается, можно. Это одно из последних достижений современной иммунологии: путем гибридизации клеток лимфоцитов с некоторыми другими клетками получают гибридные клетки — гибридомы, способные вырабатывать весьма специфические антитела против конкретных возбудителей, и их можно использовать для лечения. Речь идет о создании качественно новых «лекарств». Сегодня во всем мире, в том числе и в нашей стране, уже получены гибридомы различного типа. Теперь необходимо наладить их промышленное производство для борьбы с наиболее опасными агентами. Но и на этом пути предстоит решить еще немало задач...

Впечатляющие результаты получены советскими учеными при выращивании растительных клеток. Удалось показать, что, если поставить такую клетку в определенные условия, она может дать начало целому растению, а ведь еще недавно считали, что клетки строго специализированы. Уже стало реальностью выращивание культуры клеток женьшеня, из которых выделяют ценнейшее вещество корня женьшеня — паноксагин. Наша промышленность производит тонны такой культуры, а старатели приносят в год, как правило, 150–200 килограммов. Сравнение явно в пользу биотехнологии... Сейчас испытания проходят китайский лимонник и целый ряд других растений. В принципе таким способом можно выращивать любое растение, которое вырабатывает полезные человеку вещества.

Можно брать клетки в точке роста растения (в силу биологической специфичности они всегда свободны от вирусов) и размножать их в стерильных условиях. Получение безвирусного посадочного материала — одна из центральных проблем в растениеводстве. Но не менее важно это и для медицины, использующей лекарственные травы, — такими растениями легче управлять, они дают значительно больший выход полезной для человека продукции.

Еще одно направление биотехнологии, можно сказать, традиционное — микробный синтез физиологически активных соединений, кормовых белков. Так получают каротиноиды, витамины. В нашей стране создана индустрия, производящая белок для добавления в корм животным. Таким же способом можно получать и ценнейшие белки, в которых ощущается дефицит в рационе человека, сбалансировать пищу людей по аминокислотному составу. Для этого надо менять сырье. Сначала микробы выращивали на нефти, затем на чистых ее составляющих — парафинах, теперь выясняется, что лучше использовать природный газ или метиловый,

еще лучше этиловый спирт. А можно, наверное, найти и более мягкий агент, из которого с помощью микробов можно получать белки, совершенно свободные от каких-либо примесей, полностью усваиваемые животными и человеком.

Наконец, важная ветвь биотехнологии — использование в медицине иммобилизованных ферментов, в частности, для борьбы с атеросклерозом и тромбозами. Такие работы успешно проводятся, например, во Всесоюзном научном кардиологическом центре АМН СССР совместно с МГУ. Берут фермент, «иммобилизуют», присоединяя его с помощью ковалентного пришивания к полимеру, затем, используя законы иммунологии, направляют высококонцентрированный препарат в строго заданное место в организме, например в пораженный кровеносный сосуд. Это сложнейшая биотехнологическая операция, но она оказалась возможной. Мне кажется, здесь во многом будущее фармакологии.

Вообще будущее медицины тесно связано с биологией.

Если раньше поиск лекарственных веществ был целиком эмпиричен, то есть практика доминировала над теорией, то сейчас создание многих препаратов — результат направленного поиска. (Пример — пенициллин, открытый случайно, когда обнаружили целебные свойства плесени и было выделено действующее начало. Но как только установили его структуру, исследования стали целенаправленными.)

Сегодня модифицированные антибиотики полусинтетического плана, полученные на основе сугубо химических методов, оказываются более эффективными против устойчивых к ранее использовавшимся антибиотикам микроорганизмов. И я думаю, никак нельзя говорить, что эра антибиотиков отходит на второй план. Нет, просто становятся изошреннее враги человека, и надо использовать наиболее рациональные орудия борьбы с ними. Комбинация биологических и химических методов и дает в руки человека эти мощные средства борьбы.

Выяснение строения того или иного препарата, который оказывает целебное действие на организм животного и человека, его искусственное создание проходят ныне в очень короткие сроки. Применяются методы как конструктивного анализа препаратов, так и их химического синтеза. В результате практическая фармакология имеет очень большое число средств, достаточно мягких и эффективных. Так что современная медицина мощно использует последние достижения биологии, ее приемы и подходы, причем не только фундаментальная медицина, но и сугубо практическая.

В свою очередь, биология, занимаясь фундаментальными проблемами, прямо учитывает интересы медицины, народного здравоохранения, в частности, в таких вопросах, как проблема борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями, раком, проблема иммунитета и так далее. В каждом из этих направлений в последние годы получены важные результаты на базе развития биологических работ.

Возьмем центральную проблему медицины — рак. Целым рядом исследователей было установлено, что рак имеет вирусно-генетическую природу, связан с трансформацией генетического аппарата. Эта теория, созданная советскими учеными, сейчас нашла полное подтверждение, а следовательно, появилась возможность предлагать гораздо более эффективные подходы. Иными словами, борьба со злокачественными новообразованиями лежит теперь в определенном русле, поиск ведется целенаправленно.

Установлено, например, что при раковых заболеваниях чрезвычайно меняется клеточная мембрана, то есть клеточное перерождение фиксируется на уровне клеточной мембраны. Много прояснилось и в отношении того, каким образом здоровая клетка превращается в злокачественную. Важен и такой вывод: оказывается, общая стимуляция иммунной системы организма может помочь в предупреждении и лечении рака.

Наметились новые подходы к проблеме. Несколько лет назад в Болгарии был получен препарат из молочной кислоты бактерии, оказавшийся очень эффективным в лечении многих специфических для животных форм рака. Совместные исследования советских и болгарских ученых установили, что активным началом служат небольшие элементы клеточной стенки бактерий, то есть соединения, которые никогда прежде не исследовались в качестве противораковых агентов. Это совершенно новый класс веществ...

Я думаю, современные достижения генетики позволяют решить очень серьезные социальные проблемы медицины. Так, дефицит самых мощных и ценных гормональных веществ, который предопределяет десятки тяжелейших заболеваний человека, можно будет устранять, получая с помощью генетических операций дешевые и чистые препараты на основе работы полезных микроорганизмов. Это путь решения тех проблем, которые долгое время стояли перед эндокринологией, притом настолько неожиданный, что несколько лет назад об этом нельзя было и мечтать.

То же самое можно сказать о подходах к лечению сердечно-сосудистых заболеваний, внедрении новейших

методов в изучение, в частности, мембранных систем, в исследования механизмов работы сердца, сердечной мышцы.

Теперь обратимся к совершенно иной области — сельскому хозяйству. Здесь также благодаря фундаментальным исследованиям в биологии намечаются или уже реализованы новые подходы.

При всей индустриальной мощи современного сельскохозяйственного производства, особенно в развитых странах, несмотря на накопленный человечеством огромный опыт ведения сельского хозяйства, оно сегодня еще остается, пожалуй, наиболее подверженным действию стихийных сил природы, причудам климата и капризам погоды, доставляет человеку немало хлопот, а порой влечет за собой разочарования и несчастья. Надо признать, что сельское хозяйство в настоящее время не справляется со многими проблемами. По данным ФАО при ООН, в мире за год производится около 75 миллионов тонн пищевого белка, что составляет около 60 граммов в день на человека при средней корме 100 граммов. Другими словами, 60 процентов людей в мире недоедают, из них 30 процентов голодают. За два последних десятилетия темпы роста народонаселения в большинстве развивающихся стран проявляют тенденцию к опережению темпов роста сельскохозяйственной продукции. Если учесть, что к 2000 году население планеты достигнет, по прогнозам, 6,2 миллиарда человек, дефицит сельскохозяйственной продукции при сохранении нынешних темпов роста может стать весьма острым.

Человечество настойчиво ищет пути преодоления трудностей, которые стоят перед сельским хозяйством, и с этой целью оно мобилизует и концентрирует свои технические, материальные и творческие ресурсы. Наука как своего рода сосредоточение накопленного опыта, отражение всего лучшего, передового, что создано человеком, и как одно из мощных средств решения стоящих перед человечеством проблем еще в большем долгу перед сельским хозяйством.

Для нашей страны этот вопрос также актуален еще и потому, что она расположена в довольно сложном географическом регионе.

Мы обладаем огромными земельными ресурсами, это наше ценнейшее достояние. В то же время большие площади у нас занимают тундры, болота, пустыни, горы. Южнее 48-й параллели расположена лишь треть земель сельскохозяйственного назначения, 60 процентов пашни находятся в районах со средней годовой температурой воздуха до плюс 5 градусов, на 64 процента пахотных земель выпадает осадков меньше 400 миллиметров в год.

У нас нет тепличных зон, скажем, свойственных США, и очень большие регионы, занятые под сельскохозяйственными культурами, находятся в областях или достаточно холодных, или засушливых.

Сейчас в нашей стране разрабатывается Продовольственная программа. Эта важнейшая программа включает в себя вопросы повышения продуктивности растениеводства и животноводства, вопросы сельскохозяйственного машиностроения, химизации сельского хозяйства и целый ряд других. Она предусматривает использование последних достижений науки.

Для ученого, уже сказавшего свое слово в науке или только начинающего путь в ней, участие в решении сельскохозяйственной проблемы определяется не только сознанием гражданского долга ввиду огромной значимости этой проблемы для государства. Перед ним широкое поле деятельности, где он может полностью проявить свой творческий потенциал.

Взять, к примеру, проблему химизации. За последние 15 лет производство минеральных удобрений в стране возросло более чем в три раза. В 1980 году наша страна вышла на первое место в мире по производству туков. Улучшился и расширился ассортимент минеральных удобрений. По средней концентрации питательных элементов мы оставили позади такие развитые западноевропейские страны, как Великобритания, ФРГ, Франция, уступая лишь США. Азотные и фосфорные удобрения, выпускаемые отечественной химической промышленностью, по большинству физико-химических и механических свойств не уступают зарубежным аналогам. Ученые внесли большой вклад в разработку перспективных комплексных удобрений.

Однако для удовлетворения растущих потребностей сельского хозяйства в фосфорных удобрениях нужны не только дальнейшие геологические поиски месторождений, но и научные решения и новые разработки по обогащению и использованию фосфорсодержащих руд.

Хорошо известно: чтобы усилить эффективность минеральных удобрений, надо повысить коэффициент использования действующего вещества, которое вносится в почву вместе с минеральными удобрениями. Сегодня около половины питательных веществ попавших в почву туков теряется из-за химических и биологических факторов: они вымываются в недоступные для растений глубинные слои почвы, закрепляются в почве и так далее. И решать эту проблему предстоит совместно и сельскому хозяйству (с помощью определенных агрохимических и агротехнических мероприятий), и химической промышленности (путем улучшения качества удобрений),

и, конечно, ученым, которые должны создавать новые типы комплексных удобрений с заранее заданным уровнем высвобождения питательных элементов по фазам развития растения, медленно растворимых удобрений в капсулах и так далее.

Среди разных подходов к получению высококачественных удобрений вырисовываются принципиально новые. Речь идет о проводимых советскими учеными работах по связыванию атмосферного азота и кислорода в низкотемпературной плазме, по синтезу аммиака с применением металлоорганических катализаторов, без использования высоких температур и давления, по биологической фиксации азота. Пока эти работы находятся на стадии исследований, но они представляются весьма перспективными.

Большое значение в развитии химизации сельского хозяйства на современном этапе играют пестициды. И здесь работают ученые. Сейчас, например, целая серия новых пестицидов проходит государственные испытания. Больше того, разрабатываются научные основы направленного синтеза пестицидов с заданными биологическими свойствами, совершенно безвредных для человека и животных, легко разлагающихся в почве за короткие сроки.

Вместе с тем большие перспективы для сельского хозяйства открывает использование физиологически активных соединений, в частности, феромонов — специальных веществ, регулирующих поведение животных, насекомых, привлекающих самцов к самкам. Можно считать, что мы имеем дело с химическими средствами борьбы третьего поколения. С помощью феромонов можно узнать, где много вредителей сельскохозяйственных растений, а где мало, и направленно использовать ядохимикаты. Для сельского хозяйства феромоны оказываются поразительно эффективными: они могут отвлекать насекомых, уводить их целыми массами от охраняемого участка в далеко отстоящие регионы, они действуют в малых концентрациях, абсолютно не чувствительных ни для человека, ни для животных.

Здесь наметилось два подхода. Прежде всего оказалось, что некоторые микроорганизмы среди продуктов своей жизнедеятельности выделяют вещества, почти подобные феромонам. Значит, возможен микробиологический способ получения этих ценных веществ. Другой путь — химический синтез; его облегчает относительная простота химического строения феромонов.

Не меньший интерес представляют аналоги ювенильного (омолаживающего) гормона, который способен нарушать нормальный ход развития насекомых, а также стерилизовать взрослых особи.

Величина урожая в значительной мере определяется возможностями самих растений использовать солнечную радиацию. В то же время природа распорядилась так, что обычно утилизируется менее одного процента физиологически активной радиации. А нельзя ли повлиять на этот процесс? Оказывается, продуктивность растений можно резко повысить, отбирая формы с наиболее активными хлоропластами, внося необходимые изменения в генетический аппарат, который контролирует фотосинтез. Это еще одна задача, которую призвана решить наука.

Исследования ученых в области физиологии растений во всем комплексе, включая проблемы корневого питания растений, транспорта в них веществ, проблемы дыхания, устойчивости к болезням, открывают путь к направленному воздействию на растение, управлению его развитием, а значит, и к прогнозированию урожая.

Магистральный путь интенсификации сельскохозяйственного производства — создание новых сортов растений и пород животных. Здесь есть крупные достижения, они традиционны для нашей науки. В мире широко известны имена академиков П. Лукьяненко, В. Пустовойта, В. Ремесло, Н. Цицина, М. Ходжинова и многих других.

Но необходимо идти вперед. В перспективе сельскохозяйственное производство должно базироваться в основном на непрерывной (через 5—7 лет) смене сортов. Почему? Во-первых, это дает возможность наиболее полно и быстро реализовать новейшие достижения селекционно-генетической науки, а во-вторых, возбудители болезней и вредители не успевают перестроиться и сформировать соответствующие популяции, приспособленные к новым сортам.

Ученые предложили новейшие методы современной генетической селекции, такие, как мутагенез, полиплоидия, генетически регулируемый гетерозис и отдаленная гибридизация. Их использование позволило внедрить целый ряд новых сортов: например, «кианка» и «ново-сибирская-67». Эти сорта отличаются не только высокой урожайностью, но и хорошим качеством зерна, устойчивостью к полеганию и т. д. Многие новые сорта проходят государственное сортоиспытание.

Формы растений и виды животных, которых нет в природе, позволяет создавать отдаленная межвидовая гибридизация. Это новое направление бурно развивается и уже приносит плоды: в суровых условиях гибриды именно такого рода оказываются более стойкими и более продуктивными. Например, тритикале — гибрид пшеницы и ржи, унаследовавший ценные свойства своих родителей:

от пшеницы он взял высокое содержание белка, а от ржи — незаменимую аминокислоту лизин. Урожайность культуры тритикале достигает 60–80 центнеров с гектара, она приспособлена к холоду, песчаным и кислым почвам, к ржавчине.

Гибриды мелких низкомолочных зебу с молочными породами крупного рогатого скота, созданные под руководством академика Н. Цицина, имеют живой вес до 450 килограммов, устойчивы к различного рода заболеваниям, отличаются высокой продуктивностью. Работы цитологов и генетиков по гибридизации домашних свиней с дикими кабанам значительно повысили мясные качества и жизнеспособность гибридов. К сожалению, мы пока еще не можем говорить о широком внедрении этих работ в практику.

Очень интересными оказались работы по химическому мутагенезу (мутация — изменение наследственности). Это мощный метод. В свое время, в период «зеленой революции», радиационный мутагенез сыграл большую роль в получении новых сортов пшеницы. Сегодня вышел из лаборатории и стал эффективным химический. Используя его, удалось получить ряд высокопродуктивных мутантов не только у злаковых, но и у многих технических культур. Это обещающее направление, и оно будет развиваться. Конечно, недостаточно уже работать на традиционных культурах, таких, как «безостая» или «мироновская». Надо постоянно искать новые возможности, тем более в трудноосваиваемых районах.

Особо упомяну работы по хлопчатнику. Созданы высокоурожайные и устойчивые к болезни — вилту — сорта: знаменитый «ташкентский» и некоторые новые, еще более перспективные. Эти работы успешно развиваются в Узбекистане, Таджикистане, Азербайджане. Производство хлопка непрерывно растет, и наша страна, по существу, лидирует среди хлопкопроизводящих государств.

...Новейшие открытия и достижения в биологии, появление действенных методов анализа способны революционизировать сельскохозяйственную науку: там, где внедрение таких методов и подходов происходит быстро, результаты не заставляют себя ждать. Ученые вносят свой вклад в интенсификацию сельского хозяйства, и этот вклад будет неуклонно расти.

Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР товарищ Л. И. Брежнев, выступая в Алма-Ате в 1974 году, отметил: «Сельское хозяйство нуждается в новых идеях, способных революционизировать сельскохозяйственное производство, в постоянном притоке фундаментальных

знаний о природе растений и животных, которые могут дать биохимия, генетика, молекулярная биология».

Прежде всего необходимо в максимально короткий срок разработать технологию селекционного процесса, основанную на широком использовании на всех этапах селекции современных достижений биохимической и молекулярной генетики, математического анализа.

Приведу один пример. Еще недавно к сугубо «академическим» относили молекулярно-цитогенетические исследования линейной дифференцированности структуры хромосом. Сегодня установлено, что каждый сорт тритикале, пшеницы, ячменя обладает специфическим, только ему присущим сочетанием морфологических признаков хромосомного набора. Таким образом, открываются совершенно новые возможности ускорения генетических и селекционных работ, основанные на давно известных методах хромосомной инженерии, то есть на сознательном конструировании наборов с заранее намеченными хромосомами.

В этой связи большой интерес представляет прибор «Морфоквант», который создали советские ученые совместно со специалистами предприятия «Карл Цейс Йена» (ГДР). Он позволяет в течение 20 минут построить карту набора хромосом растений и животных. Сейчас идут работы над более простой и дешевой модификацией прибора.

Есть целый ряд новых направлений, опытно-лабораторные исследования которых сегодня, может быть, еще не закончены, но уже видна возможность резкого повышения продуктивности животноводства. Это работы эмбриологов, связанные с новейшими достижениями в этой области и одновременно в молекулярной генетике. В частности, специалисты разработали новые методы воспроизводства животных, основанные на манипулировании с яйцеклетками и эмбрионами. Такие методы позволяют в принципе в короткие сроки увеличить поголовье ценных пород сельскохозяйственных животных.

Суть технологии в том, что с помощью гормональной обработки от одной высокопородистой самки удастся получить до 60 эмбрионов в год (вместо одного-двух). Их можно потом имплантировать (пересаживать) низкородным самкам, получая таким образом от одной коровы 20–30 телят за сезон. Все это в целом создало базу, с одной стороны, для резкого повышения эффективности и темпов племенной работы, с другой — для дальнейших, более тонких манипуляций с эмбрионами сельскохозяйственных животных, их генетическим аппаратом. Хотя сегодняшние достижения в этой области лишь начало и речь пока идет об относительно простых

манипуляциях, исследования развиваются очень быстро, и их внедрение в практику животноводства обещает дать огромный экономический эффект.

Большие возможности и здесь таят в себе методы генной инженерии. Воздействие на тонкую структуру нуклеиновых кислот, замена одних генов другими прокладывают путь к программированному изменению физиологических особенностей растений и животных. На очереди такие эксперименты, как перестройка генетического аппарата путем «перемещения» генов из одних организмов в другие подобно тому, как это делается сейчас с микроорганизмами.

Я назвал лишь несколько направлений. Их значительно больше. Исследования ученых охватывают самый широкий круг вопросов, с которыми связано решение многих важнейших народнохозяйственных задач.

...Иногда, когда я рассказываю об этом, журналисты задают мне вопрос: курс на эффективность научных исследований — не означает ли он явный приоритет прикладных разработок и не наносит ли это ущерба фундаментальным исследованиям, которые не связаны непосредственно с потребностями людей и эффект которых нередко трудно предвидеть?

Должен сказать, что наука исторически возникла именно из потребностей человеческого общества. И какую область исследований ни возьми, все они направлены в нашей стране на удовлетворение запросов и потребностей человека. В этом смысле само деление науки на фундаментальную и прикладную мне кажется очень условным.

Но мы разделяем категории науки, ее направления, имея в виду временной фактор, то есть то, что используется сегодня, в исторически очень короткий срок, и то, что рассчитано на длительную перспективу и сегодня вообще не оценивается с точки зрения использования, потому что прямо не видно, как это можно использовать. В этом плане мы говорим — прикладные и фундаментальные исследования.

Наша страна в этом отношении, мне кажется, ведет очень дальновидную политику. С момента организации Советского государства был создан такой мощнейший институт, специально предназначенный для развития фундаментальных исследований, как Академия наук СССР, у которой нет аналогов в мире. И благодаря такой дальновидности по очень многим направлениям науки мы сейчас занимаем ведущие позиции в мире.

Фундаментальная наука в нашей стране в большом почете. Есть традиционный «вкус» к развитию фундаментальных исследований. Высокий авторитет Академии

наук, концентрация крупных ученых в этом учреждении стимулируют и вузы, и отраслевые институты принимать активное участие в научной деятельности.

Задача фундаментальной науки заключается в том, чтобы развиваться во всех возможных направлениях, потому что трудно себе представить заранее, где именно произойдет «всплеск». И Академия наук оказывается всегда готовой к развитию самого неожиданного направления. Пример? Та же генетическая инженерия. Шесть лет назад ее просто не существовало. Это было одно из направлений изучения нуклеиновых кислот. Некоторые даже считали, что им можно пренебречь. Но сегодня мы видим, что уровень фундаментальных работ здесь достаточно высок, он и позволил быстро выйти на технологические рельсы.

Если опять же обратиться к близкой мне области физико-химической биологии, то на целом ряде примеров можно показать, какие советские фундаментальные работы выполняются на мировом уровне. Среди них изучение генома высших организмов (работы члена-корреспондента АН СССР Г. Георгиева), исследования процессов, связанных с молекулярными аспектами биосинтеза белка на рибосомах (работы академика А. Спирина), исследования биоэнергетических процессов, механизмов воспроизводства энергии в митохондриях — своего рода энергетических фабриках в клетке (работы члена-корреспондента В. Скулачева). Очень интенсивно развиваются у нас сейчас исследования биологических мембран, которые, окружая клетку, создают в ней свой климат, пропуская одни вещества и задерживая другие (работы члена-корреспондента В. Иванова). В исследованиях транспорта ионов кальция через мембраны (академик П. Костюк), вообще в исследованиях транспорта ионов через мембраны и использовании различных регуляторов, действие которых направлено на увеличение потоков металлов в биологических и искусственных мембранах, работы советских ученых пионерские в мире.

Биотехнология ближайших лет

Я хотел бы подчеркнуть также резкое возрастание мощи наших исследований в изучении структуры биополимеров, особенно таких, как белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды. За последние годы получены важные результаты, приведшие к расшифровке первичной структуры многих сложных белков. Следующий уровень изучения белков — исследования пространственной структуры белковых молекул (пепсина, гемоглобина). На этой основе мы подходим к расшифровке механизма действия трансаминазы — ключевого фермента, ответ-

ственного за азотистый обмен в живых клетках (работы академиков А. Браунштейна и Б. Ванштейна).

Для изучения структуры биополимеров у нас успешно используются синхротронное излучение, ядерный магнитный резонанс, мэсбауэровская спектроскопия. И это тоже работы высокого мирового класса (академик В. Гольданский, член-корреспондент АН СССР В. Быстров, профессор М. Мокульский и другие).

Необходимо отметить высокий уровень вирусологических исследований. В области структуры и репродукции вирусов получены результаты, не только имеющие большое фундаментальное значение, но и помогающие решению практических вопросов, профилактике и лечению вирусных заболеваний!

Упомяну еще об одной работе, связанной с возможным использованием биологических систем в качестве источников энергии. У нас в стране эта научная программа получила название «Родопсин» — по имени белка, который входит в зрительный аппарат глаза и отвечает за превращение световых сигналов. Подобный же белок, как оказалось, входит и в состав бактерий, живущих в соленой воде, обеспечивая их жизнедеятельность за счет энергии солнца. Поглощение одного кванта света одной молекулой родопсина вызывает появление электрического сигнала, который усиливается за тысячные доли секунды в миллион раз.

Сложилось так, что эти исследования проводились в условиях очень жесткой конкуренции с нашими американскими коллегами. И все же в изучении родопсина советские ученые сумели выйти в короткое время на самые передовые позиции в мире. В частности, удалось практически полностью расшифровать структуру этих двух родопсинов, их топографию, расположение в мембране, получить представление о том, как они работают.

Сейчас в мире идет много разговоров о том, как такие системы, изящные и эффективные, могут использоваться в будущем для утилизации солнечной энергии в промышленном масштабе. Обсуждаемые расчеты и предположения обнадеживают, так что и в энергетику биология, несомненно, может внести свой вклад.

Вопрос об эффективности научных исследований в системе Академии наук ставится так: каким образом быстрее использовать в народном хозяйстве переходящие в разряд прикладных фундаментальные работы? Этот вопрос сложный, и у нас он не всегда еще решается так, как хотелось бы. Нам нельзя закрывать глаза на те трудности, которые у нас имеются. Действительно, мы порой: чересчур медленно внедряем то, что совершенно очевидно. К стати, это происходит в немалой степени и

из-за нашей нерасторопности: нельзя просто написать на бумаге результат и апеллировать к промышленности, чтобы она его внедряла.

Ученый, который провел результативное исследование, должен довести его до такого состояния, чтобы оно было готово для практического использования. Нужен не рыхлый результат, а гарантированный, отработанный опыт, отработанная методика, которая была бы понятна людям практики. В то же время промышленность должна иметь соответствующие возможности для внедрения, определенный стимул. У нас эта цепочка часто не срабатывала. В текущем пятилетии эффективность работы промышленности в смысле внедрения будет возрастать в связи с созданием целевых комплексных программ по ведущим направлениям научно-технического прогресса, что специально было отмечено на XXVI съезде КПСС.

Очень важно, чтобы перспективные труды с самого начала были согласованы с промышленностью в рамках общих программ. У нас сейчас работа по таким программам занимает центральное место.

Когда научное исследование, выходящее в прикладные, сразу планируется как согласованная система, в которой участвуют уже на первых этапах, скажем, отраслевые институты, тогда сам термин «внедрение» оказывается ненужным, потому что идет плановый переход, шаг за шагом, к производству. Работа перемещается постепенно в заводскую лабораторию, где проверяются результаты, рассчитывается увеличение масштаба или пропускной способности производства. И последний этап — завод или фабрика.

Мне представляется очень важным, чтобы исследователь владел экономикой производства. Иногда результат, достигнутый в науке, интересен, оригинален. Но не всегда еще это означает, что он экономичен для данной отрасли промышленности. В химии, например, можно получить какое-то вещество с большим практическим выходом, но в промышленности для него нет исходного материала; получение же этого «исходного» может «съесть» всю рентабельность, и оказывается, что внедрение такого результата заведомо неэкономично.

Если говорить о биологии, то здесь проработка результатов должна быть особенно тщательной еще и потому, что они имеют прямое отношение к живому, к человеку.

Наша страна является в данном случае наиболее строгим судьей: критерии для применения нового лекарства или пестицида у нас наиболее жесткие. Скажем, чтобы лекарственный препарат был одобрен и принят

Фармакологическим комитетом, он должен удовлетворить такую массу требований, что порою кажется, что дело безнадежно. И это правильно; мы хорошо знаем, какие тяжелые последствия ждут человека, представителей флоры и фауны в результате недостаточно серьезной проверки новых препаратов перед их внедрением, как это порой бывает на Западе.

Решая проблему эффективности при создании препаратов и основ биотехнологии в интересах медицины, мы сейчас делаем упор на опытные производства в академических учреждениях. Медицинские препараты меняются часто (грубо говоря, каждая неделя приносит мировой медицине новый антибиотик, новый сердечный стимулятор и т. п.), и большим предприятиям бывает нелегко перестраиваться с одного технологического процесса на другой. В этом случае рентабельнее небольшие мобильные производства с современным, легко перестраиваемым оборудованием, с высококвалифицированным составом технологов, инженеров, научных работников, что подтверждается опытом.

Институт органического синтеза АН Латвийской ССР в Риге, например, на экспериментальном заводе ведет промышленный выпуск препаратов, в частности, такого важного природного биорегулятора, как окситоцин, широко используемый в сельском хозяйстве и медицине. Здесь производится около двух килограммов этого препарата в год, что во многом покрывает нужды страны. Я уже не говорю о широко известном в мире противораковом препарате фторафуре, созданном в этом институте и выпускаемом им в виде готовых форм. Больших успехов добились и в Институте тонкой органической химии АН Армянской ССР, в Физико-химическом институте АН УССР и в ряде других институтов.

Так оно и должно быть — опытные предприятия должны не только вырабатывать какие-то количества препарата, но и делать готовые формы, потому что пока их нет, нет и серьезного испытания, нельзя судить об эффективности препарата. При необходимости готовые формы могут передаваться на выпуск крупными сериями в медицинскую промышленность. Это как раз тот путь, который ведет прямо к внедрению в производство.

Главное в деятельности любого научного коллектива — качество работ. Мне кажется, невозможно представить настоящего ученого, который не требовал бы от себя и своих коллег, чтобы сделанное ими отвечало новейшим мировым достижениям и открытиям. Поэтому трудится ли ученый в области прикладных разработок или занимается фундаментальными исследованиями, он все равно должен чувствовать пульс времени. Вопрос миро-

вого уровня для нас повседневный, и это закон работы любого научного учреждения...

Я постарался вкратце рассказать о тех задачах и проблемах, которые стоят перед биологией сегодня. Что хотелось бы пожелать тем, кто думает связать свою судьбу с этой наукой?

Обычно когда обращаются к молодежи, говорят, что в ее руках будущее, что молодежь — основной двигатель прогресса, в том числе науки. Больше половины научных разработок в целом по стране принадлежит молодым ученым. Молодежь — это наша надежда. И от ее умения и труда зависит очень многое.

Иногда приходится слышать — молодой ученый долгое время остается младшим научным сотрудником, не занимается крупными проблемами. Почему? Чаще всего это связано с тем, как человек работает и как он понимает свою задачу. Конечно, я не отрицаю, что в каком-то отдельном случае могут сложиться неблагоприятные обстоятельства. Но если говорить принципиально о возможностях каждого научного работника, то тут главное его личные деловые качества. Современная наука развивается чрезвычайно интенсивно, темпы работы научных лабораторий и центров высоки. Чтобы сказать свое слово в науке, нужны титанические усилия. И очень часто человек останавливается на полпути, даже если он способен творчески мыслить. Ему не хватает организованности, умения сконцентрировать свое внимание на том, чтобы не только обдумать результат, но и реализовать его.

Я хочу сказать, что наука требует определенных свойств характера. И с этим связаны самые главные трудности, потому что все остальное можно преодолеть. Если сотрудник намечает план исследований, с которым не согласен его руководитель, но сам он абсолютно убежден в необходимости этих исследований, то он имеет все возможности отстаивать свою позицию и добиваться цели.

Чтобы успеть сделать что-то полезное в науке, необходимо как можно раньше начинать. Время очень дорого ценится в нашей стремительной жизни, и, теряя минуты и часы, порой не успеваешь заметить, как проносятся годы. Следовательно (и в этом я вижу задачу молодого поколения в науке), нужно быстро овладевать знаниями, быстро и достойно вставать в ряды тех, кто прорубает дорогу в неизведанное, работать самостоятельно, уверенно и надежно, чтобы на тебя могли положиться и тебе поверить твои коллеги по труду, твои старшие товарищи. Если честно относиться к труду, если настойчиво трудиться и ясно видеть цель, в любой науке можно достигнуть успеха.

Скорость сегодняшней жизни требует от молодого поколения зрелых решений, полной самоотдачи, желания и умения принять участие в самых важных делах, быть в курсе самых бурных событий. А этого достичь непросто. Нужны настойчивость, самопожертвование, постоянное совершенствование своего мастерства, широкий кругозор и развитая интуиция. Нужно осознание того, что ты несешь главную ответственность за дело, которым занимаешься, и должен решить поставленную задачу во что бы то ни стало. Тогда не будет просто отбывания

часов в лаборатории, состояния апатии и безразличия, не будет потребительского отношения к своему труду, своему месту. Жизнь сложна, она не всегда романтична и требует от человека будничной работы, напряжения, сосредоточенности, мужества, силы воли.

Но природа так долго и так искусно пестовала это свое чудесное детище, что каждый из нас должен оказаться достойным великого удела — стоять на вершине жизни, быть человеком. Особенно человеком самого прогрессивного и гуманного общества на Земле.

BIOTECHNOLOGY OF COMING YEARS

Yu.A. OVCHINNIKOV

Reprinting of article from the collection (1982) well-known Soviet scientists in which they present data on the most successful achievements of Soviet science. Yu.A. Ovchinnikov chosen for its publication topic related to biotechnology, which is made in those years, only the first practical steps after the revolutionary discoveries in the field of molecular biology (reverse transcription, recombinant DNA, genetic engineering).

Keywords: biotechnology, history of science, Yu.A. Ovchinnikov.

НОВАЯ ЭРА В БИОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ*

Ю.А. ОВЧИННИКОВ

Перепечатка одной из основополагающих статей ученого, обобщающей последние успехи в области биологии и биотехнологии на уровне конца 1980-х годов. Многие из выводов автора имеют непреходящее значение и актуальны для настоящего времени.

Ключевые слова: биология, биотехнология, методы, исторические аспекты, Ю.А. Овчинников.

Современная эпоха характеризуется резким повышением интереса к развитию науки и научно-техническому прогрессу. Причина данного явления не только в повышении уровня образования, культуры, в росте человеческой любознательности, в распространении радио и телевидения или в погоне за сенсациями. Интерес этот имеет глубокие исторические, экономические и социальные корни и представляет собой одну из главных черт Мира наших дней, которому присущи и постоянно возрастающие потребности человечества, и стремительный рост народонаселения, и все острее проявляющаяся ограниченность природных ресурсов, а также соревнование различных политических сил. Наука неуклонно шагает вперед. Она развивается на всех континентах в условиях различных социально-экономических систем, руководствуясь разными принципами и идеалами и являясь мощнейшим орудием для достижения практических целей. Поэтому неудивительно, что проблемы науки и пути ее развития обсуждаются правительствами и деловыми кругами, привлекают средства массовой информации, занимают внимание сотен миллионов людей всех возрастов. Наука стала одной из важнейших составляющих жизни современного общества.

С самых первых шагов своего развития Советское государство уделяло большое внимание развитию науки. В.И. Ленин и партия большевиков с самого начала стремились осуществлять развитие страны на основе научно-технического прогресса. Даже в условиях разрухи и крайней ограниченности ресурсов были приняты посильные в то время меры по улучшению положения ученых, укреплению материальной базы науки, а деятельность Академии наук была направлена на выполнение

в первую очередь тех научных исследований, которые были важны для народного хозяйства и технического прогресса страны. Этот курс был и остается генеральной линией нашего государства и в самые светлые, и в самые трудные периоды его истории.

В апреле 1918 г. Совнарком принял специальное постановление по этому вопросу и выделил Академии наук ассигнования на проведение исследовательских работ. В том же году начали создаваться новые научно-исследовательские институты. Ярким примером постоянной заботы Советского правительства о науке и ученых явилось постановление Совнаркома от 24 января 1921 г. «Об условиях, обеспечивающих научную работу академика И.П. Павлова и его сотрудников», проект которого был написан В.И. Лениным. В постановлении отмечались совершенно исключительные научные заслуги академика И.П. Павлова, имеющие огромное значение для трудящихся всего мира. Было поручено «Государственному издательству в лучшей типографии республики отпечатать роскошным изданием научный труд академика И.П. Павлова, сводящий результаты его научных работ за последние 20 лет» [1]. Широко известно и теплое письмо В.И. Ленина, адресованное К.А. Тимирязеву.

Должное внимание к развитию науки и техники во многом обеспечило возможность индустриализации страны в исторически короткие сроки, создание могучего оборонного потенциала, позволившего сокрушить военную машину гитлеризма, опиравшуюся на научно-технический потенциал почти всей Европы.

Достойную роль сыграла наука в послевоенном восстановлении народного хозяйства страны и в укреплении ее оборонной мощи. Научно-технический потенциал социалистических стран, и в первую очередь Советского Союза — главный стабилизирующий фактор, обеспечивший мирное развитие нашей страны на протяжении 42 лет.

К сожалению, застойные явления конца 60-х — начала 80-х годов крайне отрицательно сказались на

* Печатается по: Овчинников Ю.А. Новая эра в биологии и биотехнологии / В кн.: Овчинников Ю.А. Химия жизни. Избранные труды. — М.: Наука, 1990. — С. 448—466. *Исходный источник:* Великий Октябрь. 70 лет. Научно-технический и социальный прогресс. — М.: Наука, 1987. — С. 328—348.

развитии советской науки. Перемены, наступившие в нашей жизни после апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС, подкрепленные решениями XXVII съезда КПСС, январского (1987 г.) и июньского (1987 г.) Пленумов ЦК КПСС, явились мощным импульсом для перестройки и в этой сфере.

Хотя осуществление перестройки требует еще очень большой работы, несомненно, что начавшиеся в нашей стране революционные преобразования приведут к стремительному развитию науки, техники, культуры, что обеспечит советскому народу и другим социалистическим государствам самое передовое положение во всех областях жизни и наглядно продемонстрирует Миру достоинства социализма.

В материалах июньского (1987 г.) Пленума ЦК КПСС подчеркивается необходимость «обеспечить на деле ускорение научно-технического прогресса и превращение его в главный источник экономического роста» [2].

Перестройка захватывает сегодня все области научного знания. Но для того чтобы она стала здесь реальностью, необходимо пересмотреть и изменить устоявшиеся формы организации науки на всех уровнях — от программ и качества преподавания в средней школе до системы отбора и обучения студентов в вузах, от планов исследовательских работ в ведущих академических институтах до порядка снабжения научных организаций и серьезного укрепления в стране научного приборостроения, от обеспечения режима максимального благоприятствования строительству опытно-экспериментальных баз научных учреждений до создания необходимого морального климата в исследовательских коллективах, повышения престижа профессии научного работника.

В современном мире стремительно развиваются все области естествознания — и физика с ее проникновением в тайны атома и элементарных частиц, созданием новых источников энергии, прогрессом электроники и наступлением космической эры, и химия с ее неограниченными возможностями создания новых материалов и веществ с самыми разнообразными свойствами и познанием природы их превращения. Человек все увереннее проникает в недра Земли и глубины океана. Но даже на этом фоне поистине поразительны результаты в изучении живой материи. Двадцатый век стал свидетелем того, как биология приобрела возможность радикально влиять на развитие человеческого общества, его производительных сил. Здравоохранение получило в свое распоряжение вакцины и антибиотики, сельское хозяйство пережило первую «зеленую революцию». Последние открытия и достижения биологической науки революционны по духу

и эпохальны по своим масштабам и значимости. Круг интересов и проблем биологии сейчас исключительно широк — от элементарных процессов в живой клетке до развития целого организма и его взаимоотношений с другими организмами и средой в экологической системе. Биология сегодня — это мощная и быстро развивающаяся область науки, богатая захватывающими проблемами и перспективами, располагающая армией ревностных энтузиастов, вооруженных самыми современными методами и техническими средствами. Ей принадлежат ключевые позиции в решении глобальных проблем современного человечества, будь то борьба с тяжелыми болезнями, проблема продовольствия или загрязнения окружающей среды.

В последние 10–15 лет мы стали свидетелями своеобразного бума, связанного с рождением современной биотехнологии. Речь идет о создании мобильной, высокоэффективной, экономичной отрасли производства, базирующейся на самых последних достижениях биологической науки, прежде всего на методах геной и клеточной инженерии, на применении иммобилизованных ферментов и микроорганизмов, а также биорегуляторов нового типа. Другими словами, мы говорим о настоящей технологии будущего, подобно тому как это имеет место в микроэлектронике и космической технике. Эта область интенсивно развивается во многих ведущих странах, в том числе и в Советском Союзе. Значительную роль в развитии современных направлений биотехнологии в СССР сыграли принятые в 1974, 1981 и 1985 гг. постановления Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР. Эти документы позволили советским ученым выйти на передовые позиции в Мировом сообществе по некоторым важнейшим направлениям науки.

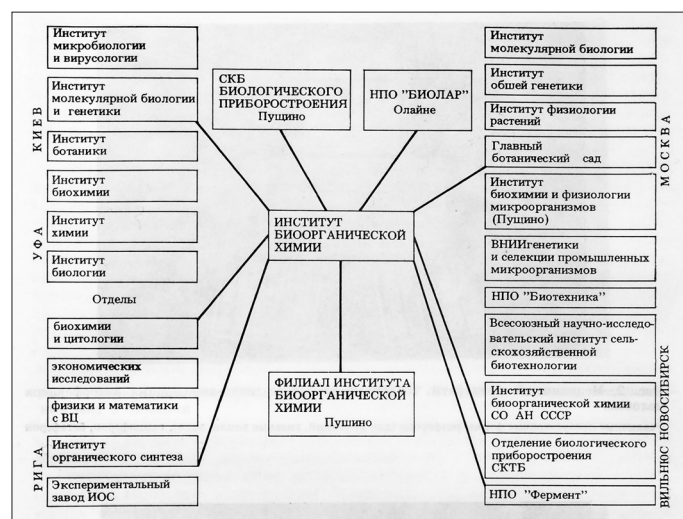


Рис. 1. Структура межотраслевого научно-технического комплекса «Биоген»

Стремительное развитие биотехнологии резко подчеркнуло необходимость значительного сокращения сроков использования достижений фундаментальной науки в медицине, сельском хозяйстве, промышленности. Это потребовало поиска новых организационных решений. Одним из них явилось создание в 1985 г. межотраслевого научно-технического комплекса «Биоген» (рис. 1). В комплексе объединены научные, конструкторские и производственные организации АН СССР и Академий наук ряда союзных республик, Министерства медицинской и микробиологической промышленности СССР, ВАСХНИЛ. Возглавляет комплекс Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина АН СССР. Задачей комплекса является создание и организация производства на основе современных биотехнологических методов, в том числе генной и клеточной инженерии, новых видов биологически активных веществ и препаратов для применения в медицине и сельском хозяйстве (рис. 2–6).

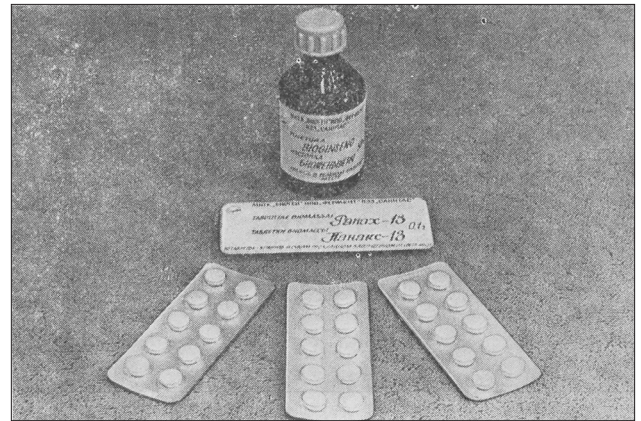


Рис. 4. Медицинские препараты, созданные в МНТК «Биоген» из биомассы женьшеня, — настойка и таблетки



Рис. 2. Медицинские препараты, созданные на основе генно-инженерных интерферонов человека. Различные лекарственные формы реаферона (для инъекций, глазные капли, мазь), гаммаферон, бетаферон



Рис. 5. Медицинские препараты, созданные в МНТК «Биоген» на основе биологически активных пептидов: ГМДП, окситоцин, (8-аргинин)-вазопрессин, ангиотензинамид, дезаминоокситоцин, пептид дельта-сна

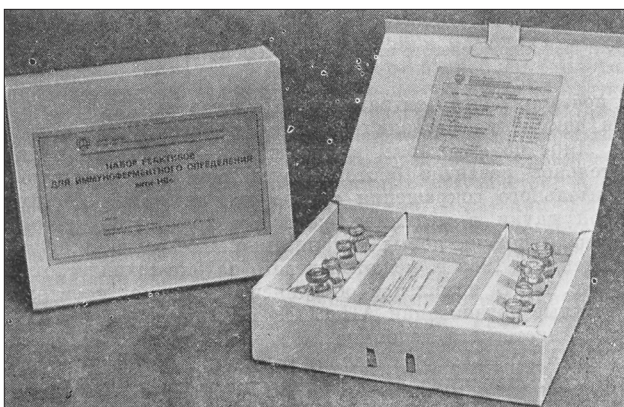


Рис. 3. Иммуоферментный набор для диагностики гепатита В, созданный на основе определения антител к кор-антигену вируса антигена В

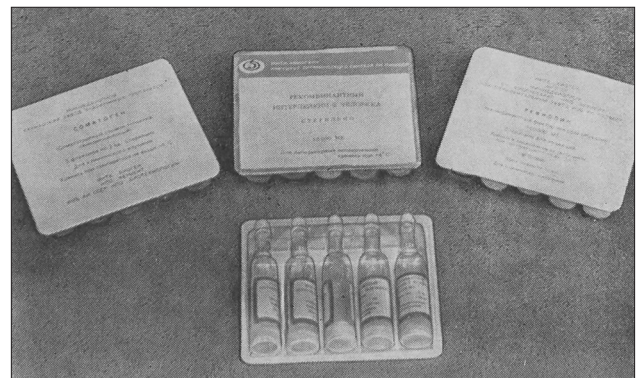


Рис. 6. Медицинские препараты, созданные на основе метода генной инженерии: интерлейкин, рефнолин, соматоген

Важную роль в программе МНТК «Биоген» играет разработка и выпуск приборов для научных исследований, аппаратуры и установок для опытно-промышленных производств. Планируется в течение текущей пятилетки выпустить новые высокопроизводительные препаратив-

ные жидкостные хроматографы, управляемые ЭВМ, автоматизированные ферментеры, комплекс приборов для автоматизации иммунологического анализа и др. Большое место в работе комплекса отводится выпуску химических и биохимических реактивов и препаратов для научных исследований, в том числе в области молекулярной биологии и генной инженерии.

Есть и еще одна область деятельности комплекса — подготовка кадров. Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина АН СССР является базовым институтом для кафедры биоорганической химии биологического факультета МГУ и ряда других институтов. Студенты слушают в учебно-научном центре института лекции ведущих ученых, а в лабораториях проходят практику и выполняют курсовые и дипломные работы.

Для облегчения и ускорения освоения практикой последних достижений биологической науки, в первую очередь новых селекционно-генетических методов создания высокопродуктивных сортов растений и пород животных с использованием клеточной инженерии, в ряде районов страны образованы сельскохозяйственные биотехнологические центры.

Хотелось бы особо подчеркнуть значение международного сотрудничества в области биотехнологии. Ее проблемы важны для всех народов, для прогресса человеческого общества, и объединить здесь усилия необходимо. Биотехнология вошла одной из главных составных частей в Комплексную программу научно-технического прогресса стран — членов СЭВ до 2000 года. Советский Союз имеет широкие связи в области новых направлений биологии и биотехнологии с Францией, Италией, ФРГ, Швецией, а также с другими странами. Весьма успешно мы налаживаем сотрудничество с развивающимися государствами, в первую очередь с Индией. Особенно следует отметить, что совместная работа в области биотехнологии служит исключительно гуманным целям.

Успехи современной отечественной биологии базируются на прочном фундаменте, созданном трудами наших великих предшественников. История русской науки гордится выдающимися именами таких ученых, как И.М. Сеченов, И.И. Мечников, К.М. Бэр, А.О. и В.О. Ковалевские, А.Н. Северцов, С.Н. Виноградский, Д.И. Ивановский, В.В. Докучаев, И.П. Павлов, К.А. Тимирязев, творения которых составили эпоху в науке о жизнедеятельности. История отвела этим ученым самые почетные страницы вместе с именами У. Гарвея, К. Линнея, Ж.-Б. Ламарка, Ч. Дарвина, К. Бернара, Л. Пастера, Р. Коха, Г. Менделя.

Однако в целом развитие науки в царской России сдерживалось социальными факторами, отсталостью страны. Поэтому только после Великой Октябрьской социалистической революции окрепли и получили мировое признание многие выдающиеся научные школы, в основу которых было положено блестящее научное наследие ученых России. Среди них следует назвать школу генетиков, созданную академиком Н.И. Вавиловым, которому принадлежит открытие закона гомологических рядов в наследственной изменчивости, создание теоретических представлений о центрах происхождения культурных растений. Созданный Н.И. Вавиловым Всесоюзный институт растениеводства стал самым крупным в мире генетическим банком растений.

Замечательным вкладом в мировую науку явилось учение академика В.И. Вернадского о биосфере, рассматривающее как единое целое всю совокупность живых организмов Земли и среду их обитания и связавшее биологические процессы Земли с деятельностью Солнца, с космическими процессами. Крупным достижением в биологии явилась разработанная А.И. Опариним теория происхождения жизни, показавшая, что органические вещества возникли на Земле абиогенным путем.

Возникли новые направления биологических исследований, появились новые институты. Труды А.Н. Баха и его школы были заложены основы развития отечественной биохимии. Большая заслуга в становлении биологической физики принадлежит П.П. Лазареву. Работы основанного им в 1925 г. Института биологической физики связаны с изучением физических механизмов элементарных физиологических функций.

Особо следует отметить широкий размах исследований по биохимии и физиологии растений, в том числе по выяснению природы фотосинтеза. Основы этого направления были заложены К.А. Тимирязевым и его школой.

Среди выдающихся достижений советской биохимии предвоенного периода следует упомянуть установление В.А. Энгельгардтом и М.Н. Любимовой АТРазной активности актомиозинового комплекса в мышцах, вклад В.А. Энгельгардта и В.А. Белицера в понимание природы окислительного фосфорилирования, открытие А.Е. Браунштейном и М.Г. Крицманом процесса переминирования. Важнейшее место в мировой биологии по праву заняли труды А.Н. Белозерского по нуклеиновым кислотам, особенно в области растений.

Физиолого-биохимическое направление успешно прокладывало себе дорогу в изучении нервной системы и других систем животного организма, в исследовании растений и микроорганизмов. В Москве над этими про-

блемами работали В.Н. Шапошников, И.Б. Збарский и др., в Ленинграде — Л.А. Орбели, на Украине — А.В. Палладин и А.А. Богомолец, в Белоруссии — В.Ф. Купревич, в Грузии — И.С. Бериташвили. Большое число оригинальных трудов появилось в биохимических и биофизических лабораториях Закавказья, Средней Азии, Казахстана, Поволжья, Прибалтики, Сибири и Дальнего Востока.

В химии биологически активных веществ выделялись по своей значимости и высокому уровню исследования Н.Д. Зелинского и В.С. Садикова по структурному анализу белков, В.В. Феофилактова и В.М. Родионова — по химии аминокислот, А.Е. Чичибабина, А.П. Ореховича, Н.А. Преображенского — по химии алкалоидов, С.С. Наметкина и И.Н. Назарова — по химии терпеноидов и стероидов, М.М. Шемякина — по химии витаминов и антибиотиков. Эти работы легли в основу современной биоорганической химии — химического фундамента новой биологии.

Советские ученые внесли выдающийся вклад практически во все направления быстро развивающейся генетической науки. Упомянутые исследования Н.И. Вавилова обусловили значительные успехи нашей страны в развитии селекционно-генетических работ. Учение о физико-химических основах структуры и матричном принципе биосинтеза наследственных молекул было развито Н.К. Кольцовым, о генетических механизмах эволюции — С.С. Четвериковым. Все эти результаты обозначили важнейшие этапы формирования основ современной генетики. Крупными достижениями увенчались и исследования многих теоретических и прикладных вопросов генетики индивидуального развития, молекулярной, популяционной и эволюционной генетики, проблем мутагенеза и генетики животных. Важные теоретические обобщения в этой области биологии, имеющие большое практическое значение, были сделаны Н.В. Цициным, Б.Л. Астауровым, Д.К. Беляевым.

Развитие генетики способствовало существенному прогрессу отечественной селекции растений, животных и микроорганизмов. Советские селекционеры создали высокопродуктивные сорта, что позволило значительно повысить урожай основных сельскохозяйственных культур.

Отечественная микробиология сделала важные шаги в изучении как теоретических проблем, так и проблем прикладного характера, существенных для сельского хозяйства и медицины (С.И. Кузнецов, В.Д. Тимаков, Г.А. Заварзин, Н.А. Красильников, А.В. Бароян, Д.К. Заболотный и др.).

Исторически сложилось так, что с самого зарождения советской физиологии главное ее внимание было сосредоточено на разработке проблем физиологии нервной системы. Выдающиеся отечественные физиологи И.М. Сеченов, И.П. Павлов, Н.Е. Введенский определили развитие многих направлений своей науки вплоть до наших дней. Передовые материалистические идеи этих ученых, сыгравшие фундаментальную роль в развитии всей мировой физиологии, естественно, составили теоретический фундамент советской физиологии. Учение И.П. Павлова успешно развивалось его учениками, сформировавшими на его базе самостоятельные направления, такие как возрастная и сравнительная физиология нервной системы (Л.А. Орбели), кортиковисцеральная физиология (К.М. Быков, В.Н. Черниговский). П.К. Анохиным на основании данных о взаимоотношениях центров и периферии при формировании условных рефлексов выдвинуто представление о функциональной системе как основе интеграции. Среди работ по физиологии высшей нервной деятельности необходимо отметить фундаментальные работы Э.А. Асратяна, В.С. Русинова, А.А. Богомольца и многих других советских физиологов.

Огромная работа проведена по изучению растительного и животного мира нашей страны. Составлено уникальное описание на единой теоретической основе всех высших споровых и цветковых растений Советского Союза. Многотомное издание «Флора СССР», начатое под руководством В.Л. Комарова, — значительное достижение мировой флористики и систематики. Советская школа флористики стала одной из авторитетнейших в мировой ботанике. В.Н. Сукачев внес крупный вклад в создание биогеоценологии.

Эти работы заложили прочный фундамент учения о живой материи, закрепивший позиции отечественной биологии.

К середине XX столетия сформировалось новое направление биологической науки. Речь идет о физико-химической биологии, объединившей в себе последние достижения биологической мысли с идеями, подходами и методами физики, химии, математики и других наук. Это направление привлекло под свои знамена теоретиков и экспериментаторов — специалистов различного профиля и окончательно сформировавшись в 50-е годы в полный голос заявило о себе открытием двойной спирали ДНК, выяснением принципов пространственной организации белков, расшифровкой аминокислотной последовательности первого белка — инсулина, полным химическим синтезом пептидного гормона окситоцина.

Одной из основ современной физико-химической биологии следует считать биохимию — классическую науку о химических реакциях, протекающих в живых клетках и обеспечивающих жизнедеятельность, рост и размножение организмов. Эта наука открыла миру значение и могущество ферментов и установила законы регуляции и энергетического обеспечения процессов, идущих в живой клетке. Биофизика привлекла для изучения живой клетки оригинальные физические концепции и методы. Биохимия и биофизика вместе с классической генетикой и микробиологией во второй половине XX в. дали путевку в жизнь одному из ярчайших направлений в учении о жизнедеятельности — молекулярной биологии и таким ее блестящим свершениям, как открытие биологического кода, механизмов биосинтеза белков в рибосомах, основ функционирования переносчика кислорода — гемоглобина. Возможности физико-химической биологии значительно расширились с появлением современной биоорганической химии, использующей приемы и методы органической химии для выяснения связей между структурой биологически важных соединений и их функций в живой клетке. Союз биохимии и биофизики, молекулярной биологии и биоорганической химии — вот что такое современная физико-химическая биология, родившаяся на стыках наук, в наиболее горячих точках их контакта и взаимодействия.

Последнее двадцатипятилетие явилось периодом укрепления фронта физико-химической биологии во всем мире. Преодолев известные трудности послевоенного времени, наша биологическая наука начала штурм самых крутых высот учения о жизнедеятельности. Предстояло решить нелегкую задачу — обеспечить и удержать такие же высокие темпы, с которыми развивалась биологическая наука за рубежом, установить прочные связи с ведущими лабораториями других стран, в первую очередь социалистических, начать разработку ключевых проблем биологии на основе оригинальных подходов и концепций.

В этот период большую помощь в возрождении и развитии советской биологической школы оказали академики А.Н. Несмеянов, М.В. Келдыш, И.В. Курчатов, Н.Н. Семенов, И.Г. Петровский. Ей постоянно уделял внимание президиум АН СССР.

В 1959 г. были организованы институты, впоследствии названные Институтом молекулярной биологии АН СССР и Институтом биоорганической химии им. М.М. Шемякина АН СССР. Крупным событием стало создание Научного центра биологических исследований АН СССР в Пушкино. Весомее становился вклад в укрепление биологического потенциала страны, особенно

новых академических учреждений в Сибири, на Урале и Дальнем Востоке, республиканских академий наук, филиалов АН СССР в Казани, Уфе, Мурманске. Резко усилили разработку фундаментальных биологических проблем исследовательские учреждения медицинского профиля. Мощным стимулом для этого послужило создание в Академии медицинских наук крупных комплексов, объединивших в своем составе научно-исследовательские институты и клиники: Всесоюзного кардиологического научного центра и Всесоюзного онкологического научного центра. Активизировались работы в области фундаментальной биологии в целом ряде ведущих институтов, занимающихся проблемами сельского хозяйства.

Каковы же основные тенденции и перспективы современной физико-химической биологии и как на этом фоне можно оценить успехи советской биологической науки и ее задачи?

Одной из центральных проблем физико-химической биологии является расшифровка структур биологически важных соединений, участвующих в биохимических превращениях в клетке. Ведь без знания структуры нельзя глубоко понять функцию данного вещества, механизм его действия в живом организме. Причем под структурой следует понимать не только расположение атомов данной молекулы в пространстве, но и динамические ее изменения во времени в процессе выполнения биологической функции. Еще совсем недавно для решения такой задачи требовались годы, а то и десятилетия, но сейчас наука обеспечивает совсем другие темпы. Сегодня в мире уже расшифрованы сотни удивительных биологических структур.

В СССР создана школа по структуре белковых веществ, за короткое время установлена аминокислотная последовательность некоторых сложнейших белков, таких как РНК-полимераза, участвующая в реализации генетической информации, мембранные белки — бактериородопсин и родопсин, играющие существенную роль в восприятии светового сигнала, субъединиц протонной АТФазы — одного из ферментов энергетической системы клетки, а также ряда рибосомальных белков и белков, регулирующих гормональный обмен.

В нашей стране разработан и успешно применен комплексный метод анализа пространственного строения белков и их коротких аналогов — пептидов — в растворах с помощью сочетания методов ядерного магнитного резонанса, дисперсии оптического вращения и теоретических расчетов. Высокого уровня достигли работы по структуре полисахаридов и жироподобных веществ — липидов, в том числе с использованием масс-спектрометрии.

Среди фундаментальных проблем, разрабатываемых физико-химической биологией, наиболее далеко продвинулось изучение механизмов хранения и передачи наследственной информации. Сейчас хорошо известно, что вся родословная живого организма записана в гигантской молекуле дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) в виде специфической последовательности составляющих ее звеньев — нуклеотидов. Именно ДНК, уложенная в пространстве, и образует знаменитую двойную спираль. Затем на ДНК-матрице с участием ферментов синтезируются сравнительно небольшие информационные рибонуклеиновые кислоты. С их помощью в специальных клеточных органеллах — рибосомах — «печатаются» соответствующие белки.

В исследование всех этих процессов крупнейший вклад внесли советские ученые. Они выяснили особенности строения генетического аппарата микроорганизмов и высших организмов, детально изучили механизмы синтеза РНК, открыли комплекс информационных РНК с белками (информосомы), исследовали структуру и функцию нуклеопротеидных частиц — рибосом, установили основные принципы организации хроматина. В Советском Союзе было выяснено строение одной из первых транспортных нуклеиновых кислот, участвующих в сборке молекул белков в клетке. Ученые нашей страны внесли основополагающий вклад в разработку экспресс-методов анализа нуклеотидной последовательности ДНК и на этой основе расшифровали строение ряда генов и других функционально важных участков генома, в том числе оперона РНК-полимеразы, генов каталитической субъединицы Na^+ , K^+ -АТФазы человека, мобильного элемента «жокей», кодирующего, как выяснилось, один из онкобелков, первого хромосомного гена *Agrobacterium tumefaciens*, полного генома вируса штриховатой мозаики ячменя и др.

Мировым признанием пользуются приоритетные работы советских ученых по химической модификации нуклеиновых кислот, которые послужили основой современных методов определения первичной структуры генов, позволили изменять заданные участки генома и сыграли важную роль в понимании генетических последствий действия на клетки и организмы химических агентов, загрязняющих окружающую среду, а также различных видов радиации.

В области изучения функционирования генома открылись широкие возможности детального изучения молекулярных механизмов регуляции активности генов благодаря фундаментальным работам по структуре и генетике РНК-полимеразы. Возникло новое направле-

ние — молекулярная экология и эволюция подвижных генетических элементов бактерий, — имеющее большое значение для контроля загрязнений окружающей среды и развития биогеотехнологии.

Открыты «транспозиционные взрывы» — одновременное перемещение сотен мобильных генетических элементов в отдельных зародышевых клетках, приводящее к появлению особей, отличных от родительских сразу по многим признакам, и играющее важную роль в эволюции. Разработан метод индукции таких взрывов. Установлен механизм инициации синтеза РНК в пикорна-вирусах.

Крупным этапом в исследованиях генетического аппарата живых существ следует считать появление в первой половине 70-х годов генной инженерии. Речь идет о направленном конструировании генетических систем, а, следовательно, о создании по заранее подготовленному чертежу совершенно новых организмов. Есть ли смысл игры в такого рода биологический конструктор, кроме естественной любознательности? Есть, и немалый. Методы генной инженерии позволяют понять и прямым образом показать, как устроен и работает генетический аппарат клетки, какова функция каждого гена. Не менее важна и открывшаяся возможность создавать организмы с нужными человеку признаками, например, полезные микроорганизмы, или ликвидировать наследственные дефекты растений, животных и людей (хотя это ставит сложные морально-этические проблемы). Развитие генной инженерии, разумеется, вызывает много толков, порой противоречивых. Однако практические перспективы этого направления столь бесспорны, что в Мире и в нашей стране оно прогрессирует поразительными темпами.

Говоря о других разделах физико-химической биологии, нужно отметить заметные успехи в изучении структуры и функции ферментов, в познании механизмов биоэнергетических процессов. Большим достижением явилось открытие нового типа передачи энергии в клетках — натриевой энергетике.

Внесен крупный вклад в изучение биологических мембран, в решение проблемы передачи нервного импульса через мембранные системы клетки, в анализ ионных транспортных систем. Эти исследования привели к значительному прогрессу в понимании общих принципов функционирования и строения мембранных белков, принимающих участие в передаче сигналов между клетками. Работы советских ученых в этой области получили международное признание.

Серьезное внимание в стране уделяется такой бурно развивающейся области знания, как наука о моз-

ге. Здесь достигнуты значительные успехи в изучении структуры и функции нервных клеток (нейронов) и их ансамблей, в расшифровке на мембранном уровне тонких ионселективных механизмов, индивидуальной деятельности нейронов в процессах передачи нервного импульса, а также электрофизиологических и биохимических механизмов интегративной деятельности нейронных ансамблей в норме и патологии. Эти исследования позволят подойти к молекулярному уровню выяснения природы процессов высшей нервной деятельности, глубинных механизмов мозговой деятельности, определяющих память и поведение.

Важнейшее значение для медицины и ветеринарии имеет развитие иммунологии. Это залог современной диагностики и успешной борьбы прежде всего с опасными заболеваниями человека, такими, как рак, СПИД и др. Советскими учеными получены иммунодиагностикумы для выявления вирусного гепатита В, некоторых форм рака и ряда других заболеваний (рис. 7). Созданы и разрабатываются новые вакцины различных типов для профилактики опасных заболеваний. Предложены методы получения ряда иммуномодуляторов — препаратов, регулирующих иммунный ответ организма. Важным шагом для интенсификации этих исследований явилось создание в стране Института иммунологии Министерства здравоохранения СССР.

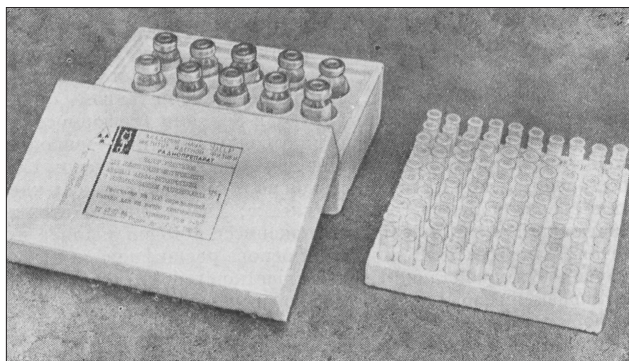


Рис. 7. Набор для иммунодиагностики и контроля лечения первичного рака печени, тератобластом, дородовой диагностики некоторых пороков развития плода, созданный ВОИЦ АМН СССР и предприятием «Радиопрепарат» ИНФ АН УЗССР

Актуальны и исследования по химическому синтезу биологически важных соединений и их аналогов. Конечная цель таких работ — получение ценных препаратов для медицины и сельского хозяйства. Советскими учеными синтезирован ряд антибиотиков, в первую очередь пептидных, антиоксидантов, эффективных для лечения ожогов, противовирусных препаратов и т.д.

Ускорение социально-экономического развития, быстрый рост всех отраслей промышленности, в том числе металлургической и химической, вызывают определенные негативные изменения в окружающей среде и требуют организации комплексных экологических исследований для создания научных основ развития общества с учетом сохранения возобновляемых природных ресурсов и нормальных условий для жизнедеятельности человека в интересах нынешнего и будущего поколений. Академия наук СССР разрабатывает долгосрочную программу биосферных и экологических исследований. На ее основе будет создана общегосударственная экологическая программа.

Начало нового этапа в освоении космоса поставило проблему обеспечения среды обитания человека в условиях космических полетов. Возникла новая отрасль — космическая биология. Внимание исследователей в этой области сконцентрировано в основном на биологических эффектах действия невесомости, космической радиации и комплексного воздействия факторов космического полета. Результаты исследований позволили создать надежную радиационную защиту и обеспечить условия для жизнедеятельности и работоспособности человека в космических полетах. Прохождение полного цикла развития растениями, состояние генетического аппарата покоящихся и прорастающих семян — это лишь небольшой круг вопросов, на которые получены ответы. Активно ведутся работы по исследованию эмбрионального развития млекопитающих в условиях измененной весомости. Развитие медико-биологических исследований способствует дальнейшему успешному освоению человеком космоса.

Стремительное развитие понимания процессов жизнедеятельности не могло не сказаться и на практическом применении достижений современной биологии. Возможности биологии в наши дни широко используются в сфере промышленного производства. Наиболее убедительным примером является промышленный микробиологический синтез белка для получения белково-витаминных концентратов, идущих на приготовление кормов, а также ряда физиологически активных соединений. Научные основы такого производства были разработаны в Советском Союзе, и наша страна располагает сейчас весьма мощной микробиологической индустрией. Традиционные направления технической биохимии также успешно развиваются в нашей стране. Здесь и получение пищевого белка из растительного и животного сырья, и производство разнообразных ферментов, и разработка новых видов технологии при изготовлении пищевых продуктов.

Сегодня в СССР опережающими темпами развиваются важнейшие направления биотехнологии с получением крупных практических результатов в институтах и на предприятиях Министерства медицинской и микробиологической промышленности СССР, создание и деятельность которого поставили советскую биотехнологию на самые передовые позиции в мире.

Широкие масштабы приобрело применение биометодов для борьбы с загрязнением окружающей среды. Очистные сооружения, где роль санитара обычно выполняют микроорганизмы, успешно решают задачи обезвреживания отходов ряда производств, очистки сточных вод.

Биология начинает вносить все больший вклад и в проблему создания возобновляемых энергетических ресурсов. В ряде стран уже делают ставку на постоянно возобновляющееся растительное сырье — тропическую флору или лесные массивы областей умеренного климата. Получение моторного топлива на этой основе, а также биогаза из других типов биологического сырья, в первую очередь из отходов сельскохозяйственного производства, становится сегодня мощной отраслью промышленности, конкурентоспособность которой растет. Ученые ищут пути резкого повышения эффективности фотосинтеза, а также использования фотосинтетического аппарата растений и бактерий не только для производства биомассы, но и для прямого получения углеводов, водорода и других продуктов.

Увлекательна идея поставить на службу человеку удивительные белки галофильных бактерий, способные утилизировать для своей жизнедеятельности энергию солнца. В Советском Союзе с его мощной энергетической базой в перспективных планах наряду с атомной энергетикой, управляемым термоядерным синтезом и другими источниками учитываются и большие возможности использования биоэнергии.

Каковы же возможности биотехнологии?

Прежде всего с ее помощью можно получать уникальные, ранее практически недоступные биорегуляторы для медицины и сельского хозяйства, такие как инсулин, интерфероны, гормон роста и др.

Может быть, самый яркий пример — интерферон. Интерфероны — это природные противовирусные агенты, вырабатываемые организмом в ответ на заражение вирусом. Как лекарственные препараты они весьма эффективны в борьбе с вирусными заболеваниями и по предварительным данным могут оказаться полезными в борьбе с некоторыми формами рака. Беда только в том, что эти белки в чистом виде практически недоступны. До

недавнего времени их лучшим источником являлась донорская кровь. Но для лечения страдающих вирусными инфекциями требуется столько интерферона, что никакой крови не хватит, даже если бы донором стало все человечество. Надо было искать другой путь. И здесь опять взгляды ученых обратились к индустрии ДНК. Сейчас в ряде лабораторий Мира, включая Советский Союз, успешно получены гены интерферона, проведены эксперименты по их встраиванию в геном кишечной палочки. При этом гены интерферона были получены в СССР как путем его выделения, так и химико-энзиматическим синтезом, что стало своеобразным рекордом биоорганической химии. Это едва ли не крупнейшая молекула, которая получена искусственным путем. В настоящее время в ряде стран одна из разновидностей интерферона уже поступила в продажу. Завершаются его испытания и в Советском Союзе.

Аналогичные подходы используются для получения иммуномодулятора интерлейкина-2 человека, одного из лимфотоксинов — фактора некроза опухолей человека, новых разновидностей интерферонов, инсулина, белков оболочек вирусов гепатитов А и В, содержащих антигенные детерминанты для создания вакцин, а также рекомбинантного штамма для живой противогепатитной (В) вакцины. Для нужд сельского хозяйства получены гены ростовых гормонов быка, свиньи, курицы. Ведутся работы по созданию искусственных вакцин против ящура и других заболеваний сельскохозяйственных животных.

Большое будущее принадлежит работам по расшифровке и пересадке генов азотфиксации. Известны микроорганизмы, например, клубеньковые бактерии, которые в симбиозе с некоторыми растениями, в первую очередь бобовыми, способны усваивать атмосферный азот. Если бы удалось ввести эти гены в генетический аппарат других микроорганизмов и злаковых растений, то была бы во многом решена проблема азотных удобрений, а это уже подлинная революция в сельскохозяйственном производстве. Сейчас в этом направлении трудятся коллективы многих институтов.

Современная наука позволяет культивировать на искусственных средах не только микроорганизмы, но и клетки растений и животных. Из одной растительной клетки в определенных условиях можно вырастить целое растение, а также получить биомассу, содержащую все компоненты взрослого растительного организма. В Институте физиологии растений им. К.А. Тимирязева АН СССР и на предприятиях Минмедбиопрома СССР таким путем получают культуру клеток женьшеня и некоторых других лекарственных и сельскохозяйственных растений.

Показательно, что этот источник позволяет добывать в десятки раз больше биостимулятора, чем весь урожай знаменитых корней женьшеня, собираемых с большим трудом. При помощи клеточной технологии специалисты получают безвирусные сорта картофеля, ценные сорта ряда технических культур. Не менее перспективна и биотехнология клеток человека и животных — продуцентов ценных препаратов для медицинской и сельскохозяйственной практики. Особо привлекают здесь лимфоциты — главные клетки иммунной системы, вырабатывающие антитела или иммуноглобулины. С их помощью можно решать проблемы реальной профилактики опасных заболеваний. В этом отношении большую пользу оказывают гибридные лимфоидные клетки — гибридомы, которые являются продуцентами специфических антител.

Перечисленные примеры далеко не исчерпывают достижения советской биологии и биотехнологии. На период до 1990 г. утверждена обширная программа развития этих областей. Предусмотрены необходимые мероприятия для обеспечения ее реализации.

Намечено значительное расширение исследований в таких областях, как изучение структуры, функции, регуляции активности и способов направленного изменения генетического аппарата клетки в целом и ее биомолекул. Активно будут проводиться работы по исследованию биологических мембран, механизмов фотосинтеза и биологической фиксации азота, молекулярных и клеточных основ иммунологии. Широкое применение найдут новые методы для изучения генетического аппарата человека в норме и патологии, в частности механизмов канцерогенеза и наследственных заболеваний.

На основе уже имеющихся и ведущихся разработок в 1986–1990 гг. предусмотрен выпуск более 250 видов

продукции для медицины, сельского хозяйства и других целей. В их числе несколько видов интерферона человека, инсулин, соматотропный гормон человека, кальцитонин, интерлейкин, урокиназа человека, ряд гормональных, ферментных и пептидных препаратов, антибиотиков нового поколения, стрептокиназа, тимолин, пептид дельта-сна, даларгин, глюкозаминилмурамилдипептид и некоторые другие биологические активные пептиды для медицины, вакцины нового поколения. Будет расширен выпуск моноклональных антител и наборов для технологических и диагностических целей, в том числе для диагностики гриппа А, гепатита А и В, дифтерии, коклюша и других инфекционных, сердечно-сосудистых и аллергических заболеваний.

Существенно увеличатся номенклатура и объем выпуска наборов для диагностики болезней сельскохозяйственных растений — картофеля, свеклы, плодовых культур, а также регуляторов роста и средств защиты растений. Возрастет количество производимых феромонов и микробиологических препаратов — лекарственных, профилактических и диагностических средств для животноводства и ветеринарии — интерферона для животных, диагностических наборов для различных типов ящура, бруцеллеза, бешенства, лейкоза и др., препаратов для повышения питательной ценности кормов, включая незаменимые аминокислоты.

Разработаны и будут использованы в промышленном масштабе биотехнологические методы получения пищевых добавок. Намечено практическое применение во всевозрастающих масштабах биотехнологических методов увеличения плодородия почв, включая создание азотфиксирующих препаратов для небобовых культур, и повышения содержания усвояемости фосфора.

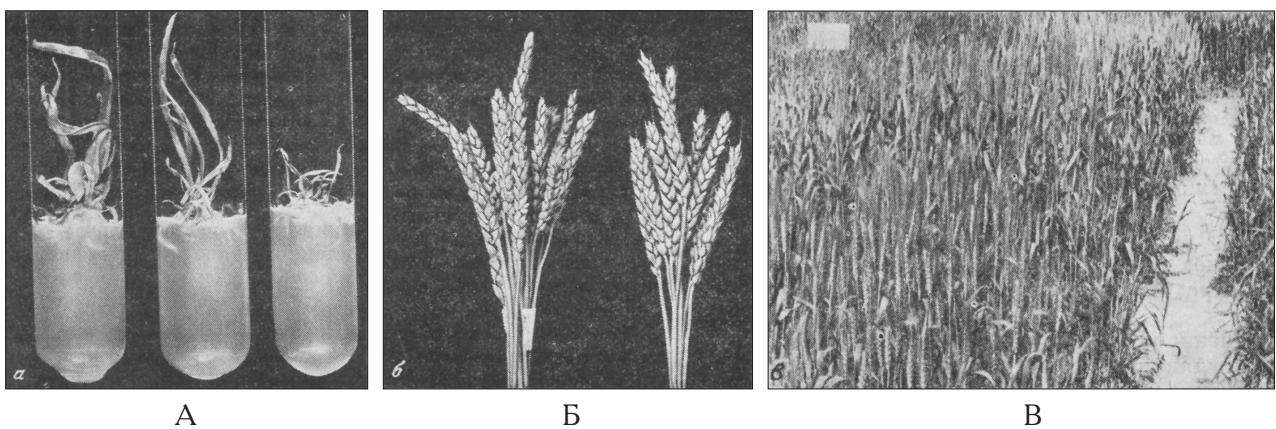


Рис. 8. Получение новых форм пшеницы путем клеточной селекции: А — варианты формы, полученные из клеток озимой пшеницы (ИФР АН СССР); Б — различие в плотности и озерненности колосьев одного из вариантов (справа) по сравнению с исходным сортом (слева); В — варианты формы пяти сортов озимой пшеницы на опытном участке (Казахский институт земледелия)

Заметное место занимает в программе разработка и использование методов извлечения ряда металлов из бедных руд, повышение нефтеотдачи пластов, очистка сточных вод, переработка сельскохозяйственных отходов.

Предусмотрено широкое внедрение в селекционный процесс клеточной технологии, создание на этой основе новых сортов риса, ячменя, пшеницы (рис. 8), картофеля, овощных культур и т.д. Начнется практическое использование микроклонального размножения гибридов быстрорастущих древесных пород (рис. 9). Предусмотрено существенное расширение безвирусного семеноводства с тем, чтобы резко увеличить долю площадей таких культур.

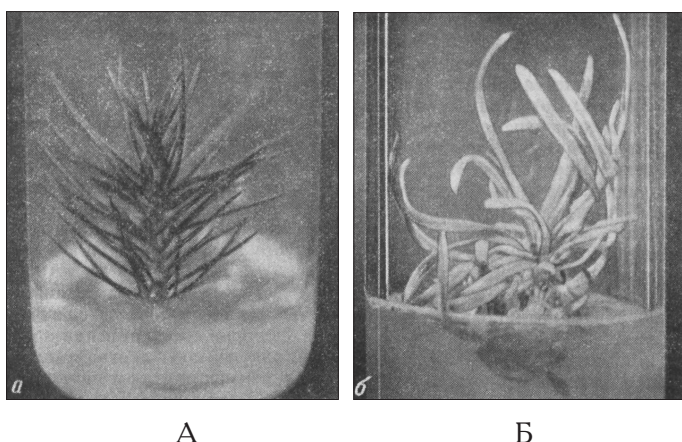


Рис. 9. Клональное микроразмножение растений. А — размножение побега ели (начало образования боковых побегов; ИФР АН СССР); Б — регенерант лиственницы Сукачева в культуре меристем (отдел биохимии и цитохимии Башкирского филиала АН СССР)

А на повестке дня уже стоит вопрос о создании растений и животных с внедренными в них чужеродными генами. Открывающиеся здесь перспективы пока даже трудно оценить. Это и сорта сельскохозяйственных растений, обладающие высокой урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям (засухе, засоленности, вредителям и т.д.). Это и сельскохозяйственные животные, обладающие повышенной продуктивностью или производящие не свойственные им биологически активные вещества (животные-ферментеры).

Говоря об успехах советской биологии и биотехнологии, мы одновременно ясно видим наши недоработки и трезво оцениваем положение дел. Слабость материальной базы многих институтов, серьезные недочеты отечественного научного приборостроения, малый ассортимент и низкое качество химических реактивов и биохимических

препаратов, большой разрыв между научным уровнем и реальными возможностями некоторых центральных и ряда периферийных лабораторий, дефицит квалифицированных специалистов — вот те недостатки, с которыми надо вести решительную борьбу.

Реальным тормозом развития новейших направлений биологии и биотехнологии становится слабость многих так называемых классических направлений биологии. Допущенные в свое время ошибки привели к нарушению нормального хода развития отечественной биологии, в первую очередь генетики, этой ключевой для селекции науки. Настало время качественно изменить ситуацию и значительно повысить теоретический и практический уровень исследований не только в новейших направлениях, но и во всех областях биологии. При этом необходимо четко представлять, что при развитии этих работ крайне важно использовать весь арсенал современных физико-химических методов, а также средств обработки информации с помощью вычислительной техники.

В условиях ускорения социально-экономического развития и реализации в стране мероприятий по перестройке народного хозяйства огромное значение приобретает прочный союз фундаментальной биологии с медицинской и сельскохозяйственной практикой. В СССР сейчас разработаны программы, призванные обеспечить такой союз. Принимаются экстренные меры по укреплению связи академической и отраслевой науки в этих областях, и есть все основания ожидать здесь большого народнохозяйственного и социального эффекта.

Физико-химическая биология и биотехнология принадлежат к самым горячим точкам современной науки. Вместе с такими отраслями, как электроника и информатика, машиностроение, энергетика, биотехнология определяет научно-технический потенциал государства. Можно не сомневаться, что советские ученые и специалисты используют возможности, открывающиеся в ходе перестройки, чтобы в кратчайший срок обеспечить выход советской науки и техники на передовые рубежи научно-технического прогресса, и тем самым внесут весомый вклад в экономическое и социальное развитие нашей социалистической Родины.

Литература

1. Ленин В.И. // Полн. собр. соч. — Т. 39. — С. 21–22.
2. Материалы Пленума ЦК КПСС 25–26 июня 1987 г. — М.: Политиздат, 1987. — С. 3–111.

A NEW ERA IN BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

Yu.A. OVCHINNIKOV

The reprint of one of the fundamental articles of the scientist, summarizing recent advances in biology and biotechnology at the end of the 1980s. Many of the author's conclusions are of paramount importance and relevance to the present day.

Keywords: biology, biotechnology, methods, historical aspects, Yu.A. Ovchinnikov.

К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ю.А. ОВЧИННИКОВА: МАЛОИЗВЕСТНЫЕ ФАКТЫ ИЗ ЕГО ЖИЗНИ

В.С. ВОРОБЬЕВ*

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

В сообщении приводятся малоизвестные детали из деятельности Ю.А. Овчинникова на посту президента Общества «СССР – Испания». Текст иллюстрирован редкими документами.

Ключевые слова: история науки, общественная деятельность, Ю.А. Овчинников.



Рис. 1. Президиум заседания памяти Рамон-и-Кахаля. 24 октября 1984 года. Москва, ул. Солянка, 14, Президиум АМН СССР. Крайний справа – Ю.А. Овчинников

Среди узких специалистов мало кто знает о такой грани деятельности академика Ю.А. Овчинникова, как президент Общества «СССР – Испания» (с 1978 по 1988 г.). Автор являлся членом центрального правления Общества «СССР – Испания» и в течение ряда лет в 80-е годы прошлого века общался с Юрием Анатольевичем в данном качестве. От этого остались в основном нематериальные следы в памяти, однако из личных архивов иногда извлекаются некоторые реликвии. К ним

я осмелюсь, например, отнести редкую, неизвестную широкому кругу лиц фотографию Ю.А. Овчинникова (рис. 1).

Она сделана 24 октября 1984 года в Президиуме Академии медицинских наук СССР, где проходило научное заседание, посвященное памяти великого испанского ученого-нейробиолога Рамон-и-Кахаля в связи с 50-летней датой со дня его смерти. Заседание было организовано совместно АМН СССР и Обществом «СССР – Испания» [4]. Так что Ю.А. Овчинников присутствовал на нем по долгу службы. Кстати, именно благодаря его ходатайству был напечатан в 1985 году сделанный автором перевод на русский язык автобиографии Рамон-и-Кахаля (об этом подробнее будет сказано ниже).

© 2014 г. Воробьев В.С.

* **Автор для переписки:**

Воробьев Вадим Сергеевич

к.м.н., член Центрального Правления Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова

E-mail: obr@biorosinfo.ru

На фотографии представлен еще ряд интересных лиц. Прежде всего, это хозяин — президент Академии медицинских наук СССР, академик АН и АМН СССР Николай Николаевич Блохин (стоит) и почетный гость — представитель испанского посольства в СССР, полномочный министр, советник Х.М. Кампоамор (сидит справа от Н.Н. Блохина). Они выступили перед собравшимися с приветственными словами, отмечая роль ученых в установлении гармоничных отношений между странами и народами.

После доклада о жизни и творчестве Рамон-и-Кахаля, сделанного известным патологоанатомом академиком АМН СССР Анатолием Владимировичем Смольяниновым, к присутствующим обратился Ю.А. Овчинников.

Он, прежде всего, от имени центрального правления Общества «СССР—Испания» поблагодарил АМН СССР за организацию мемориального заседания, посвященного памяти знаменитого испанского ученого. Он обратил внимание аудитории на то, что заседание совпало с периодом проведения Обществом «СССР — Испания» дней Испании в СССР, а также с празднованием национального праздника Испании (12 октября — день открытия Колумбом Америки в 1492 году). Юрий Анатольевич подчеркнул, что подобные мероприятия служат укреплению дружбы между народами Советского Союза и Испании.

Надо указать на то, что Ю.А. Овчинников сам лично в немалой степени способствовал сближению двух народов, руководителей обоих государств, интеллигенции после столь долгих лет конфронтации и отсутствия дипломатических и иных связей. В центральном правлении Общества «СССР — Испания» был ряд известных лиц того времени: испанисты-филологи Георгий Владимирович Степанов (вице-президент общества с 1978 г.), Венедикт Степанович Виноградов (вице-президент с 1982 г.), историк Светлана Петровна Пожарская, космонавт Владимир Александрович Джанибеков (вице-президент с 1978 г.), актеры Людмила Ивановна Касаткина и Владимир Михайлович Зельдин и др. [1, 2]. Со всеми коллегами по обществу «СССР — Испания» Юрий Анатольевич умел найти контакт и направить на пользу дела их потенциал и талант. И в Доме дружбы на проспекте Калинина, и в особняке Дома художника на Кропоткинском бульваре, и в новом здании своего института на юго-западе Москвы он с огромным энтузиазмом выполнял важнейшую общественную миссию на столь ответственном культурном фронте, что, собственно говоря, отличало его от многих:

он не мог работать посредственно, выполняя лишь роль свадебного генерала.

Хотелось бы остановиться и на другом факте из «испанской» эпопеи в деятельности Ю.А. Овчинникова. Речь идет о его решающей помощи в деле издания автобиографии Сантьяго Рамон-и-Кахаля. Канал научных и культурных связей между СССР и Испанией еще не был отлажен в то время. Несколько лет назад были восстановлены дипломатические отношения, Чиновники проявляли традиционную сдержанность по отношению к испанской теме. Именно в такое время потребовались авторитет и мощь Юрия Анатольевича, чтобы окончательно перевесить чашу весов в пользу решения издательства «Медицина» о печатании мемуаров испанского ученого.

В этой связи будет уместной публикация текста поддерживающего письма Ю.А. Овчинникова как президента Общества «СССР — Испания» (рис. 2) на имя директора издательства «Медицина», члена-корреспондента АМН СССР Ю.П. Лисицына.

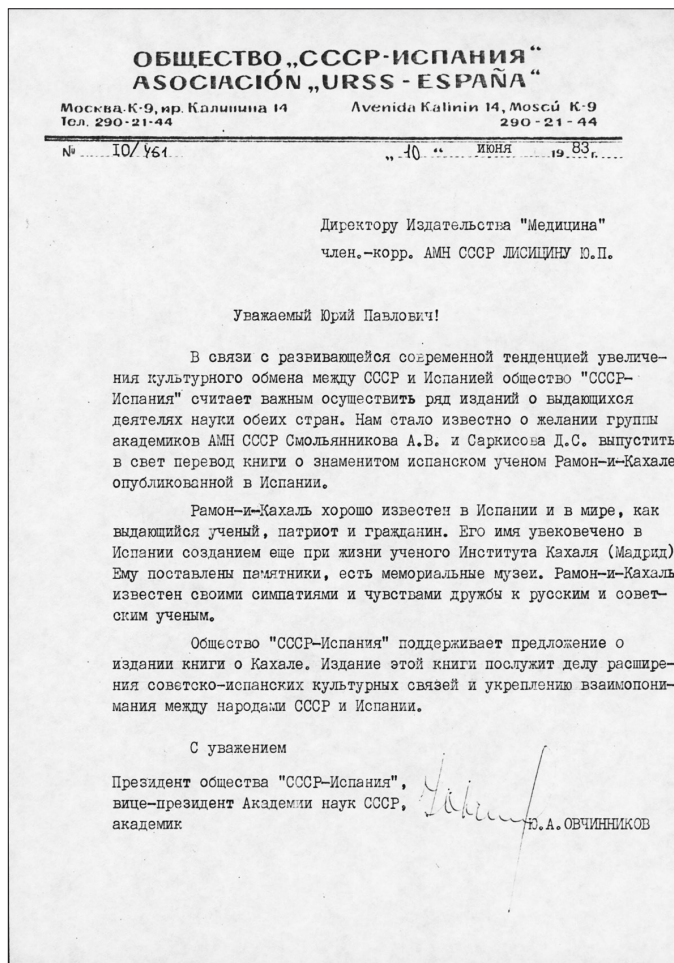


Рис. 2. Копия письма Ю.А. Овчинникова директору издательства «Медицина»

Такой уровень ходатайства вместе с другими поддерживающими письмами от известных специалистов сыграл определенную роль в положительном решении вопроса об издании переводной книги.

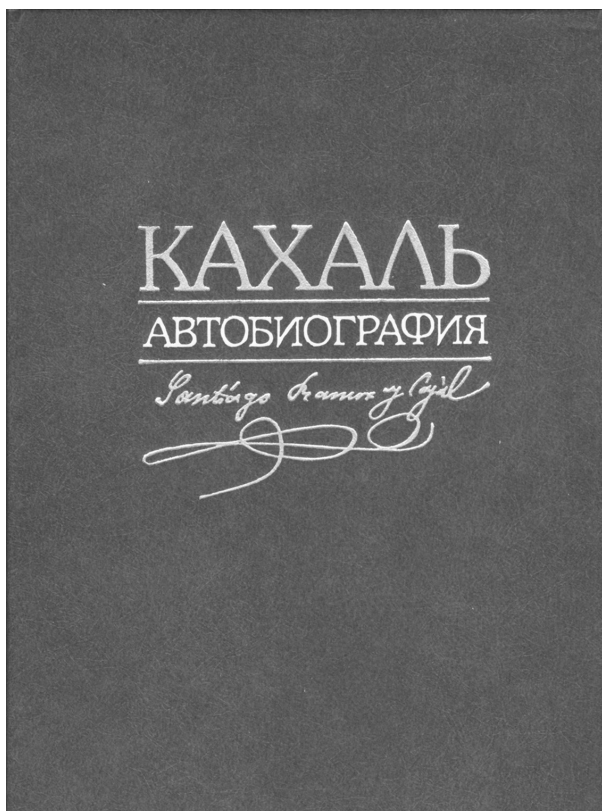


Рис. 3. Обложка автобиографии Кахалья (1985)

В мемориальном кабинете Ю.А. Овчинникова в Институте биоорганической химии имени М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, на книжной полке хранится экземпляр изданной книги Рамон-и-Кахалья с благодарностью редакторов и дарственной надписью переводчика [3] (рис. 3).

Таким образом, перечисленные штрихи из жизни Ю.А. Овчинникова свидетельствуют о его главном качестве: результативности. Так было всегда и везде: и в школьной учебе, и в студенческом спорте, и в любительском театре, в любимых занятиях химией, и в ответственной государственной и общественной работе.

Литература

1. Виноградов В.С. / В кн.: Юрий Анатольевич Овчинников. Жизнь и научная деятельность. — М.: Наука, 1991. — С. 40–44.
2. Касаткина Л.И. / В кн.: Юрий Анатольевич Овчинников, Жизнь и научная деятельность. — М.: Наука, 1991. — С. 64–66.
3. Кахаль С.Р. Автобиография (воспоминания о моей жизни). Пер. с англ. В.С. Воробьева. Под ред. А.В. Смольяникова и Д.С. Саркисова. — М.: Медицина, 1985. — 272 с.
4. Мельникова Л.И., Воробьев В.С. Выдающийся испанский нейростолог С. Рамон-и-Кахаль (к 50-летию со дня смерти)// Вест. АМН СССР. — 1985. — № 10. — С. 92.

ON THE 80TH ANNIVERSARY OF Yu.A. OVCHINNIKOV: LITTLE-KNOWN FACTS OF HIS LIFE

V.S. VOROBYEV

Yu.A. Ovchinnikov Russian Biotechnology Society, Moscow

The report provides little-known details of the activities of Yu.A. Ovchinnikov as president of the Society «USSR — Spain». The text is illustrated with rare documents.

Keywords: history of science, social activities, Yu.A. Ovchinnikov.

ЮБИЛЕЙНЫЕ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ 2014 ГОДА

Ю.А. ОВЧИННИКОВ:
IN MEMORIAM

(к 80-летию со дня рождения) *

Приводимые ниже заметки лиц, близко знавших Ю.А. Овчинникова или наблюдавших его со стороны, помогают полнее воссоздать его образ, провести историческую реконструкцию деталей или жизненных обстоятельств, дополняющих уже сказанное о нем. Понятно, что самое существенное и рельефное собрано сразу же после его безвременной кончины и исполнено горечи утраты, выраженной словами, сказанными у края могилы.

Многое освещено в вышедших в 1990–1991 гг. книгах о нем, собрано в его мемориальном музее в ИБХ РАН и впоследствии сконцентрировано на сайте института, носящего его имя и имя его учителя, и в других электронных изданиях или публикациях.

Тем не менее необходимо давать информацию о выдающемся ученом для новых поколений исследователей — ведь прошла уже четверть века после его ухода из жизни. Поэтому ниже приводится ряд малоизвестных биографических фактов о Юрии Анатольевиче или воспроизводятся цитаты обобщающего типа из уже опубликованных источников, которые наиболее всесторонне и точно характеризуют его (при этом не вдаваясь в подробности его научных исследований, которые хорошо освещены его учениками и преемниками).



Василов Раиф Гаянович (р. в 1953 г.). Доктор биологических наук, профессор. Учился в аспирантуре Института биоорганической химии АН СССР. Президент Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова (с 2006 г.). Главный редактор журнала «Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова».

Руководитель Курчатова комплекса НБИКС-технологий Национального исследовательского центра «Курчатowski институт».

Несколько слов об учителе

Юбилейная дата позволяет обратиться к фактам прошлого и извлечь из памяти сохранившиеся штрихи, которые, может быть, хоть что-то добавят к портрету такой выдающейся личности, как Ю.А. Овчинников. Нам, ученикам Юрия Анатольевича, излишне повторять общеизвестные вещи, которые в течение более 25 лет со дня его смерти получили достаточную историческую оценку.

В Институт биоорганической химии АН СССР я был зачислен по окончании университета. Работали тогда в здании на улице Вавилова, на четвертом этаже. После Казани я не чувствовал себя новичком, но многое было необычным: и стиль руководства, и корпоративные принципы, и вообще московская жизнь. Восприятие Юрия Анатольевича было несколько иным, чем сейчас, но уже тогда он казался небожителем, человеком вне времени и пространства. Постепенно выработалось и адекватное отношение к его абсолютной серьезности и вообще строгости. С годами я понял его правоту.

Помню его повышенный интерес к методу с применением моноклональных антител. Мне повезло овладеть им из первых рук, от Клауса Раевского во время стажировки в Германии. Вообще Овчинников поддерживал иммунологическое направление и к тому же он исповедовал кредо: всегда первенствовать в постановке проблемы и в ее решении самыми совершенными, передовыми методами. В результате у нас появилась совместная публикация в «FEBS Letters» (1985) об антигенной структуре бактериородопсина. Я очень дорожу этой работой.

Уже в зрелом возрасте я глубже осознал масштаб его личности, особенно как государственника. То, что он сделал за столь короткий жизненный срок, еще недостаточно оценено. Не хотелось бы проводить параллели с конкретными значимыми историческими лицами, но Юрий Анатольевич сумел в нужное время и в нужном месте соединить химию с биологией, фактически остановив многолетнюю стагнацию последней и направив усилия химиков в биологическое русло. Не исключено, что именно за эту стратегическую линию его особенно ценили выдающиеся химики всего мира, не говоря уже об их отношении к его экстраординарным личным качествам.

* Материал подготовлен О.В. Воробьевой



Овчинникова Татьяна Владимировна (р. в 1953 г.). Вдова Ю.А. Овчинникова. Доктор химических наук. Руководит Учебно-научным центром Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова. Член редсовета журнала «Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова».

Автор ряда биографических исследований о Ю.А. Овчинникове. Осуществляет целенаправленную деятельность по сохранению памяти об ученом и развитию его творческого наследия.

«В стремлении нарисовать идеальный образ»

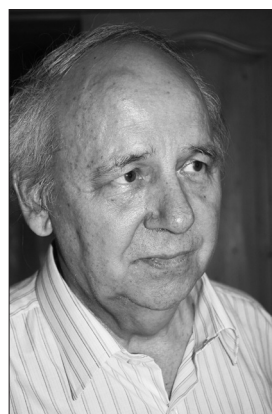
Отношение к лекциям у Юрия Анатольевича было особенным. Он считал это одной из самых ответственных своих обязанностей. Несмотря на свою занятость, он старался не отменять и не переносить лекции. Нередко случалось, что по возвращении из очередной командировки он прямо с самолета отправлялся в студенческую аудиторию. Но это не означает, что он позволял себе появляться перед студентами «налегке». К лекциям он постоянно и очень тщательно готовился. Подготовка к ним была одной из форм творчества. В такие часы он был особенно сосредоточенным. Десятки исписанных убористым и четким почерком листков, оригинальные научные статьи с многочисленными пометками, неоднократно просмотренные слайды — все это оставалось «за кулисами». В своих лекциях он никогда не использовал «шпаргалок». Читал он очень артистично и эмоционально, искренне радовался, если лекция удавалась...

Будучи человеком необычайно одаренным, Юрий Анатольевич обладал феноменальной памятью. Он любил стихи, с упоением читал А.С. Пушкина. Но меня поразило, что он знал практически всю поэзию В.В. Маяковского наизусть. Потом я узнала, что эта привязанность возникла еще тогда, когда он увлекался театром и играл роль Маяковского. Он свободно владел тремя языками и так же свободно извлекал из своей памяти самые сложные формулы...

Неотъемлемыми качествами его натуры были энергичность и необыкновенное трудолюбие. Даже напрягаясь, я не могу вспомнить ни одного случая, когда бы он бездействовал или находился в аморфном состоянии.

Каждый его день начинался не позже 5 часов утра. До ухода на работу он успевал многое сделать. Как правило, утренние часы он посвящал чтению научной литературы. Оттиски прочитанных им статей с интересными ремарками он передавал сотрудникам своей лаборатории... Кто-то сказал, что всю свою жизнь он прожил в таком ритме, как будто знал, как мало ему отмерено. Возможно, наоборот, дни и часы его жизни были так плотно спрессованы, что даже его, казалось, неиссякаемых сил хватило всего на 53 года...

Взято из: Овчинникова Т.В. Наукою признанный: творец и организатор. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988) / В кн.: Судьбы творцов российской науки. Отв. ред. и сост. А.В. Сурин, М.И. Панов. Изд. 3-е. — М.: Издательство ЛКИ, 2009. — С. 196–205.



Воробьев Вадим Сергеевич (р. в 1940 г.). Кандидат медицинских наук. Специалист в области нейроморфологии и истории науки. Ученик члена-корреспондента АН и АМН СССР Н.Г. Колосова. В области истории науки им выпущен ряд книг: «Избранные труды Б.И. Лаврентьева» (1983), перевод «Автобиографии» С. Рамон-и-Кахалы (1985), двухтомник избранных трудов В.М. Бехтерева (1994). Член Центрального правления Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова. Член редколлегии журнала «Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова». За 10 лет выпуска этого журнала создал галерею жизнеописаний известных молекулярных биологов.

Мимолетные впечатления от встреч с Ю.А. Овчинниковым

Общаясь или наблюдая Ю.А. Овчинникова со стороны, я не предполагал, что в будущем мне придется заниматься биографическими исследованиями, связанными с его именем (тогда бы, наверное, моя память работала по-другому). В связи же с его 80-летней датой хочется поделиться рядом впечатлений. Есть опасения из-за возможных повторов, но они, надеюсь, не нарушат общей тональности изложения. Будут приведены два типа воспоминаний: впечатления из зала и личные контакты.

Будучи сотрудником АН СССР в 1960—1980-е годы, я часто посещал различные академические мероприятия, включая и общие собрания академии. И это не было любопытством, а составляло неотъемлемую часть научной работы или, как говорили наши почтенные учителя, получившие образование в дореволюционных гимназиях, — *modus vivendi*. Поэтому имею право описать некоторые памятные события в ракурсе их свидетеля.

В те годы в президиуме заседаний заметно выделялась и молодостью, и статностью фигура Ю.А. Овчинникова. На какой-то из сессий общего собрания в середине 1970-х годов происходила церемония награждения АН СССР орденом Ленина (это было в Доме ученых на Кропоткинской улице). И вот настал торжественный момент прикрепления ордена к знамени академии. Весьма подходящим знаменосцем оказался вице-президент Овчинников, который умело и с достоинством держал древко и тяжелую почетную ношу.

Другой момент — на заседании президиума АН СССР на Ленинском проспекте, 33 журналисты решили провести стационарную официальную фотосъемку. Председательствующий президент А.П. Александров деликатно отказался от этой миссии, посоветовав поупушуть, что нужно подобрать более фотогеничных людей. Юрий Анатольевич не отказался — он ко всему относился ответственно.

Есть еще один аспект, который в мемуарной литературе об Овчинникове, как мне кажется, недостаточно освещен. Это — его выступления в Политехническом музее в Москве. Здесь в Большом зале лектория он находил себе простор для коммуникаций с интересной аудиторией. Я помню только два случая в 1970-х годах. Жаль, что память не удерживает частности, но вот основные впечатления сохранились: его манера, дикция, убежденность в сверхценности обсуждаемого предмета, его заметная, подтянутая фигура, стоя, за столом, крупные, к месту энергично жестикулирующие руки...

Конечно, незабываемы впечатления от личного общения. Как член правления Общества «СССР — Испания» я часто виделся с Ю.А. Овчинниковым, сидя в конференц-зале особняка Морозова на проспекте Калинина, где располагался ССОД (ныне — Дом приемов Правительства РФ, ул. Воздвиженка, 16). Это был контакт на расстоянии и, скажу честно, чувство страха перед сближением с ним было, что объяснялось, прежде всего, его огромным авторитетом. Но вот в году 1986—1987 Юрий Анатольевич пришел на заседание Общества пораньше. Он был в небольшом окружении, кажется, гуманитариев Виноградова и Пожарской

(Касаткиной, Зельдина и Джанибекова не было). В центральном вестибюле перед конференц-залом, где собралось несколько участников, Овчинников подошел к каждому и сердечно поздоровался рукопожатием. Я оказался в их числе, даже перебросились с ним какими-то фразами. Как врач обратил внимание на его бледность и утрату общего могучего вида. Даже ростом он казался меньше. Никаких мыслей о его недуге тогда ни у кого в голове даже не было. Только позже я все оценил полно и правильно. Вот, пожалуй, и все, что хотелось бы кратко сказать в память об этом необычайном человеке.

Алданова Нина Александровна (р. в 1929 г.). Специалист в области биоорганической химии. Работала в Институте биоорганической химии им. М.М. Шемякина АН СССР. Была знакома с Ю.А. Овчинниковым с 1959 года, когда институт именовался Институт химии природных соединений.

«Работа, работа, работа...»

Что же всплывает в памяти, когда оглядываешься в прошлое лаборатории и как-то анализируешь его? Работа, работа, работа. Без учета времени и часто без отпусков.

О работоспособности и целеустремленности Юрия Анатольевича можно слагать легенды...

Но дело, конечно, не только в его фантастическом трудолюбии, сохранившемся до последних дней жизни. Главное заключалось в способности Юрия Анатольевича заряжать окружающих сконцентрированной в нем энергией, приводить в движение одновременно десятки людей, вселять в них уверенность в достижении невозможного...

Переоценить роль Юрия Анатольевича во всех проведенных исследованиях невозможно: он был их «пусковым механизмом». Наделенный даром научного предвидения, он неукоснительно стремился к тому, чтобы уровень проводимых в лаборатории исследований — как в тематическом, так и стратегическом планах — соответствовал мировому. Поэтому сотрудников посылали на стажировку в ведущие лаборатории мира, они принимали самое активное участие в многочисленных симпозиумах и конгрессах, устанавливали тесные контакты с зарубежными коллегами. Много внимания уделялось освоению и разработке современных методов изучения белков...

Каждый из живущих на нашей земле людей имеет собственную сферу действия, влияния на окружающих,

и ее величина определяет масштаб личности человека. Сфера влияния Юрия Анатольевича была огромной. Определяющей чертой его многогранной натуры было чрезвычайно дефицитное в наше время качество — умение и желание брать на себя ответственность за решение самых сложных проблем как в науке, так и в других областях. Мне кажется, что в последние годы жизни Юрия Анатольевича груз этой ответственности становился чрезмерным даже для его могучей натуры, потому что, хотя и окружали его хорошие помощники, был он, как всякий настоящий лидер, одинок.

Взято из: Алданова Н.А. / В кн.: Юрий Анатольевич Овчинников. Жизнь и научная деятельность. — М.: Наука, 1991. — С. 20—24.

Карелин Виталий Васильевич (р. в 1935 г.). Доктор химических наук, профессор химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Учился в одной школе с Ю.А. Овчинниковым в Красноярске, а затем — на химфаке МГУ. Был дружен с ним всю жизнь. Автор содержательных воспоминаний о своем земляке и друге.

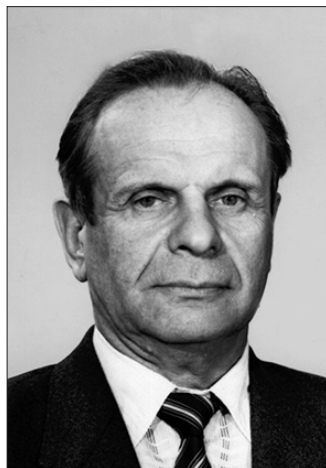
«Красноярское братство»

На всю жизнь Юрий Анатольевич сохранил любовь к школе и своим учителям. В те годы в красноярской 10-й школе сложился совершенно уникальный педагогический коллектив. Практически все наши учителя были не только высококвалифицированными профессионалами, мастерами своего дела, но и настоящими личностями. Уроки нравственности их ученики помнили всю жизнь. Школьные годы остались для Юрия Анатольевича самыми счастливыми, незамутненными ничем скверным годами. Он жил и учился в захлеб. Математика и химия — любимые предметы. Любимая учительница — К.К. Михайлова. Именно она направила ученическую работу Юры в журнал «Математика в школе», и статья была опубликована. Учительницу поразили не столько оригинальность решения обычной школьной задачи, сколько глубина и логичность обоснования этого решения. С учителем химии было сложнее. Когда скрип протезов А.Н. Богуславского приближался к дверям химического кабинета, мы все замирали. Строг был наш химик. Но как мы знали предмет у него! А через знание приходила и любовь к этой замечательной науке...

Чем выше поднимался Юрий Анатольевич по ступеням своей научной и общественной карьеры, тем меньше у него было времени на простое человеческое

общение. Мы еще время от времени собирались в ресторане или у кого-нибудь на квартире. Но это были уже эпизоды, хотя по-прежнему любая письменная просьба или телефонный звонок не оставались без ответа. «Красноярскому братству» Юра был верен всю жизнь.

Взято из: Карелин В.В. / В кн.: Юрий Анатольевич Овчинников. Жизнь и научная деятельность. — М.: Наука, 1991. — С. 55—64.



Костюк Платон Григорьевич (1924—2010). Сын известного украинского психолога Г.С. Костюка. Ученик Д.С. Воронцова. Стажировался у Дж. Экклса, лауреата Нобелевской премии 1963 г. Автор основополагающих работ по нейрофизиологии, особенно выполненных на спинном мозге с помощью микроэлектродной техники. Академик АН СССР (РАН) и Украинской НАН. Академик-секретарь Отделения физиологии АН СССР (1975—1988). Директор Института физиологии им. А.А. Богомольца (с 1966 г.). Вице-президент Национальной академии наук Украины (1993—1998). Вице-президент ИБРО (1974—1990). Герой Социалистического Труда и Герой Украины. Председатель Верховного Совета Украинской ССР (1985—1990).

«Незабываемое»

Воспоминания о близком человеке всегда вызывают сложную гамму чувств, поскольку словесная форма не дает возможности полностью отразить происходящее. Поэтому я ограничусь лишь упоминанием о некоторых наиболее памятных эпизодах нашего общения.

Остановлюсь на трех моментах. Во-первых, профессиональные контакты. Они были многолетними, насыщенными, ответственными. Они, прежде всего, были обусловлены высоким уровнем научных и организационных задач, стоявших перед нами в период совместной деятельности в Академии наук СССР. Конкретные вещи здесь, на мемориальном заседании излишни, скажу только, что лучше сохранилось в памяти наше общение во время осуществления международного сотрудничества, особенно зарубежных поездок. Юрий

Анатольевич был в этих случаях всегда безукоризнен, собран и точен. Работать с ним было интересно и продуктивно.

Второй момент, и он, как мне кажется, сильно характеризует Ю.А. Овчинникова, — это его позиция в отношении качества игры актеров. Зная о его увлечении театром в студенческие годы и желая доставить ему удовольствие, я как-то во время его приезда в Киев повел гостя на спектакль в театр имени Леси Украинки. По окончании представления я услышал от него довольно критичный разбор практически каждой роли, причем он делал это крайне эмоционально, со свойственной ему экспрессией и даже резкостью. Больше я походов в театр не организовывал.

И, наконец, я не могу не упомянуть о самом волнующем событии. Это было за два-три месяца до его кончины. Он пригласил меня к себе домой. Все шло, как всегда, но случилось то, что я никогда, пока жив, не забуду. Сидя за столом, Юрий Анатольевич неловко соскользнул со стула. И вот я ринулся помогать ему встать на ноги. Помню, как он, огромный, прежде атлетичный и сильный человек, обхватил меня ослабевшими руками за шею, чтобы я приподнял его с пола. Слезы тогда душили меня да и сейчас я не могу сдержать волнения при воспоминании об этом братском объятии.

Из выступления на Втором съезде Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова, Москва, ИБХ РАН, 13 октября 2004 года.

ИФА-ТЕСТ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНТИТЕЛ К ФЛАВИВИРУСАМ КУР

В.Н. АФОНЮШКИН^{1,2*}, А.Н. АКСЕНОВ³, М.Л. ФИЛИПЕНКО²¹ *Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СО Россельхозакадемии,*² *Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,*³ *ООО «КРКА-фарма», Новосибирск*

Снижение среднесуточных привесов у цыплят-бройлеров может быть обусловлено флавивирусным энтеритом. С 2011 года авторы фиксируют существенный рост заболеваемости цыплят-бройлеров флавивирусной инфекцией в Российской Федерации. Была предложена тест-система, позволяющая определять наличие антител к группоспецифичному флавивирусному антигену у кур. Метод позволяет определять титр антител при проведении реакции в одном разведении. Коэффициент корреляции (по Пирсону) между $\lg T$ и $\lg S/P$ составил 0,98. Диагностическое значение предложенного теста состоит в возможности верификации предположительного диагноза «Снижение среднесуточных привесов в связи с флавивирусной инфекцией», поставленного на основании патологоанатомических, электронно-микроскопических и гистологических исследований.

Ключевые слова: флавивирусы, мальабсорбция, цыплята-бройлеры, иммуноферментный анализ, кутикулиты.

Введение

Снижение среднесуточных привесов у цыплят-бройлеров, помимо неисчислимого количества факторов, связанных с несбалансированным кормлением и условиями содержания, может быть обусловлено и различными заболеваниями (вирусными, бактериальными, паразитарными). Клостридиозы [7], эймериозы [9, 14], реовирусная инфекция [11], синдром пузырькового энтерита (RSS), астровирусный и коронавирусный энтериты — все эти нозологии способны, не снижая значительно сохранность, уменьшать привесы за счет нарушения усвояемости корма. Безусловно, снижение среднесуточных привесов может быть связано и с поражением других органов и систем, в том числе почек, опорно-двигательного аппарата, печени и др. Флавивирусный энтерит кур обычно сопровождается панкреатитами и энтеритами [1]. Один из флавивирусов способен поражать центральную нервную систему птиц.

Флавивирусы (род *Flavivirus*) довольно распространены в природе и вызывают широкий спектр разнообразных заболеваний животных и человека. На се-

годняшний день известно около 70 видов флавивирусов, 40 из которых могут поражать человека. Флавивирусы отличаются высокой скоростью эволюции, что, вероятно, и служит причиной появления новых флавивирусных инфекций у птиц (Irit Davidson, 2013). В научной литературе достаточно хорошо описано 8 флавивирусных инфекций птиц: TMEV [10], BGAV [3], TMUV [5], BYDV [13], SV [8], NTAV [6], USUV [4], WNV [9]. Часть флавивирусных инфекций птиц трансмиссивна — передается через комаров, клещей, например, вирус менингоэнцефалита индеек (TMEV). В отношении некоторых флавивирусов роль насекомых не доказана. В отношении возбудителя флавивирусной инфекции кур, наблюдаемой на территории РФ в последнее время, мы можем утверждать, что роль комаров и клещей в распространении вирусной инфекции не имеет какого-либо значения, так как мы не наблюдаем заметных сезонных колебаний заболеваемости [1].

Материалы и методы

Объектом исследования служили сыворотки крови, полученные от цыплят-бройлеров двух птицефабрик, расположенных в европейской части РФ.

Иммуноферментный анализ (ИФА) проводили следующим образом — антитела к группоспецифичным антигенам NS флавивирусов определяли с использованием микропланшет, сенсibilизированных культуральным антигеном ООО «Вектор Бэст». В качестве промывочного буфера использовали 0,01 М натрий-фосфатный

© 2014 г. Афонюшкин В.Н., Аксенов А.Н., Филипченко М.Л.

* **Автор для переписки:**

Афонюшкин Василий Николаевич

к.б.н., заведующий сектором молекулярной биологии

ГНУ Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СО Россельхозакадемии, Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН

E-mail: lisocim@mail.ru

буфер, содержащий 0,5 М NaCl с 0,1% концентрацией детергента Твин-20. В реакции использовали конъюгат «Goat Anti-Chicken IgY (HRP)» производства «Abcam» в предварительно подобранных разведениях.

В качестве положительного контроля антител к группоспецифичному антигену флавивирuсов использовали сыворотку кур, иммунизированных инактивированной вакциной против вирусной диареи КРС и референтные сыворотки от цыплят-бройлеров, искусственно зараженных полевым штаммом возбудителя флавивирuсного энтерита.

Реакции ставили следующим образом:

1. Сыворотки крови кур, а также контрольные и референтные сыворотки разводили в 400 раз буфером для разведения.
2. В лунки микропланшета вносили по 100 мкл разведенных проб и контролей.
3. Микропланшеты закрывали пленкой и инкубировали при комнатной температуре 30 минут.
4. Лунки микропланшетов трехкратно промывали буфером для отмывки.
5. Вносили по 100 мкл разведенного до рабочей концентрации конъюгата и инкубировали 30 минут.
6. Лунки микропланшетов трехкратно промывали буфером для отмывки (инкубируя микропланшеты с буфером по 1 минуте между отмывками).
7. Вносили по 100 мкл раствор субстрата (ТМВ) и инкубировали 15 минут при 37 °С.
8. Реакцию останавливали добавлением раствора серной кислоты.
9. Фотометрию проводили при длине волны 450 нм.

Результаты и обсуждение

Определение пороговых показателей реакции, разграничивающих специфическое и неспецифическое взаимодействие. Для определения пороговых S/P-показателей, разграничивающих неспецифическую (отрицательную), сомнительную и специфическую (положительную) реакции, исследовали 24 пробы сыворотки крови кур, свободных от антител к возбудителю флавивирuсной инфекции. Для этой цели использовали кровь от птицы из птичников, благополучных в отношении флавивирuсной инфекции и не имеющих положительных проб на основании результатов качественной ИФА с разлитровкой сывороток (оптическая плотность — ОП — отрицательной пробы не превышало ОП заведомо отрицательной контрольной сыворотки более чем в 2 раза). Также использовали 24 пробы сыворотки крови

из двух птичников, неблагополучных по флавивирuсной инфекции как на основании комплексных лабораторно-диагностических и патологоанатомических исследований, так и на основании результатов качественной реакции ИФА (то есть встречались сыворотки с превышением ОП над ОП отрицательных контролей более чем в 2 раза).

Величину S/P рассчитывали по формуле:

$$S/P = \frac{ОП_{450 \text{ исслед. пробы}} - N}{P - N}$$

Оптические плотности (ОП₄₅₀ исследуемой пробы), положительной (P) и отрицательной (N) контрольной сывороток были использованы для расчета коэффициентов линейной регрессии для lg S/P и lg титров (T).

Для расчета числового значения титра мы получили следующее уравнение линейной регрессии (рис. 1):

$$\lg T = 1,35 \lg(S/P) + 4,1$$

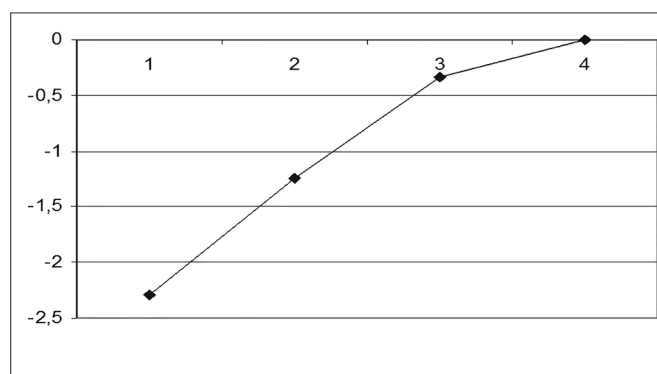


Рис. 1. График зависимости величин lg T от lg S/P для ИФА на наличие антител к флавивирuсам

Коэффициент корреляции (по Пирсону) между lg T и lg S/P составил 0,98.

В качестве пороговой величины для отрицательной реакции приняли S/P-показатель, соответствующий верхней границе 95% доверительного интервала исследованной выборки сывороток крови от птицы из благополучных по флавивирuсной инфекции птичников. S/P-показатель для отрицательной реакции составил 0,096. Пороговой величиной, соответствующей положительной реакции, считали значение S/P, установленное для верхней границы 95% доверительного интервала полученных при разлитровке заведомо положительных сывороток с шагом 1:2 до значений, предшествующих получению отрицательных результатов. Величина S/P для положительной реакции составила 0,105. Промежуточные величины 0,096—0,105 соответствовали зоне «сомнительных» результатов.

Эпизоотологический анализ. При выявлении неблагополучия птицефабрики в отношении флавивирусной инфекции руководствовались наличием следующих признаков: резкое снижение среднесуточных привесов в диапазоне 4–8 г от исходного уровня. В результате на неблагополучных птицефабриках среднесуточные привесы варьировали в диапазоне 52–46 г, в зависимости от исходных значений (чем выше были привесы до развития эпизоотии, тем выше оставался их уровень после ее возникновения).

Впервые на изучаемых птицефабриках вышеупомянутые признаки были зафиксированы нами летом 2012 года. Первоначально снижение среднесуточных привесов отмечается по мере загрузки новых птичников, волнообразно и в большинстве случаев охватывает все птичники. При этом на вскрытии наблюдается четкая взаимосвязь снижения привесов с резким увеличением инцидентности кутикулитов, панкреатитов. В слепой и прямой кишках отмечалось скопление прозрачной, соломенного цвета жидкости, в тонком отделе кишечника фиксируют гиперемии, также отмечаются гепатиты и сердечно-сосудистая недостаточность.

Проведение ИФА с сыворотками крови позволило выявить наличие антител к группоспецифичному антигену флавивирусов у цыплят-бройлеров из неблагополучных (по снижению привесов) птичников (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения титров антител к группоспецифичному антигену флавивирусов в ИФА у цыплят-бройлеров из разных птичников двух птицефабрик РФ

Номера птичников	Птицефабрика 1			Птицефабрика 2		
	пт1	пт4	пт7	пт6	пт2	пт5
$M \pm m$	2331,21 ±950,43	694,61 ±321,49	473,21 ±145,46	288,93 ±55,73	180,00 ±26,72	410,07 ±72,42
$C_v, \%$	152,48	173,10	114,96	72,13	55,52	66,05

На двух благополучных в отношении привесов птицефабриках, используемых для контроля, антител к группоспецифичному антигену флавивирусов в ИФА в 24 пробах сыворотки крови обнаружить не удалось.

Дифференциальную диагностику следовало проводить в отношении RSS (трансмиссивный провентрикулит), реовирусной инфекции, эймериозов, некротического провентрикулита (бирнавиральной этиологии) бактериальных инфекций (в частности, кормовых ток-

сикоинфекций, вызванных *Staphylococcus gallinarum*). Для проверки на RSS отбирали для гистологического исследования пробы тощей кишки в 16-дневном возрасте, преимущественно у цыплят с панкреатитами (при этом могли быть обнаружены и эймерии, и изменения, встречающиеся при флавивирусной инфекции). Диагностика эймериозов и кормовых бактериальных токсоинфекций носила традиционный характер: паразитологическое и микробиологическое исследования, соответственно. Целью дифференциальной диагностики при снижении среднесуточных привесов, в первую очередь, является оценка вклада различных причин, включая флавивирусную инфекцию, в снижение продуктивности. Для наших исследований использовали сыворотку крови с птицефабрик, где наибольший вклад в снижение привесов оказывала флавивирусная инфекция.

Диагностическое значение предложенного теста состоит в возможности верификации предположительного диагноза «снижение среднесуточных привесов в связи с флавивирусной инфекцией», поставленного на основании патологоанатомических, электронно-микроскопических и гистологических исследований.

Заключение

Модификация медицинской ИФА тест-системы с целью выявления антител к группоспецифичным антигенам флавивирусов у сельскохозяйственной птицы обеспечила возможность контролировать вероятность контакта кур и цыплят-бройлеров с флавивирусами, что может иметь значение для выяснения роли этой группы вирусов в снижении среднесуточных привесов у цыплят-бройлеров.

Литература

1. Афонюшкин В.Н., Рябчикова Е.И., Сильников В.Н. и др. Оценка роли флавивирусной инфекции в снижении продуктивности цыплят-бройлеров в РФ 2011–2013 гг. // Ветеринария. – 2014. – № 8. – С. 15–19.
2. Сильников В.Н., Власов В.В. Конструирование реагентов для направленного расщепления рибонуклеиновых кислот // Усп. химии. – 2001. – Т. 70. – С. 562–580.
3. Aguero M., Fernandez-Pinero J., Buitrago D., Sanchez A., et al. Bagaza virus and partidges and pheasants, Spain, 2010 // Emerg. Infect. Dis. – 2011. – Vol. 17. – P. 1498–1501.
4. Becker N., Jost H., Ziegler U., Eiden M., Hoper D., et al. Epizootic emergence of Usutu virus in wild and captive birds in Germany // PLoSOne. – 2012. – Vol. 7(2). e32604. Doi: 10.1371/journal.pone.0032604.

5. Cao Z., Zhang C., Liu Y., Ye W., Han J., Ma G. et al. Tembusu virus in ducks, China // *Emerg. Infect. Dis.* – 2011. – Vol. 17. – P. 1873–1875.
6. Dilcher M., Sall A.A., Hufert F.T., and Weidmann M. Full-length genomic sequence of Ntaya virus // *Virus Genes.* – 2013. – Vol. 46. – P. 162–170.
7. Elwinger K., Schnitz C., Berndtson E., Fossum O., Teglof B. & Engstrom B. Factors affecting the incidence of necrotic enteritis, caecal carriage of *Clostridium perfringens* and bird performance in broiler chicks // *Acta Veterinaria Scandinavica.* – 1992. – Vol. 33. – P. 369–378.
8. Kono Y., Tsukamoto K., Abd Hamid M., Darus A., et al. Encephalitis and related growth of chicks caused by Sitiawan virus, a new isolate belonging to the genus flavivirus // *A. J. Trop. Med. Hyg.* – 2000. – Vol. 63. – P. 94–101.
9. Martin-Acebes M.A. and Julian-Carlos S. West Nile virus: A re-emerging pathogen revisited // *World J. Virol.* – 2012. – Vol. 1. – P. 51–70.
10. McDougald L.R. Diseases in Poultry / In: Coccidiosis. Y.M. Saif (ed.). – Iowa State University Press, Ames, 2003. – P. 974–991.
11. Portefield J. Israel turkey Meningoencephalitis virus // *Vet. Rec.* – 1961. – Vol. 73. – P. 932–394.
12. Robertson M.D., Wilcox G.E. and Kibenge F.S.B. Prevalence of reoviruses in commercial chickens // *Aust. Vet. J.* – 1984. – Vol. 61. – P. 319–322.
13. Su J., Li S., Hu X., Yu Y., Wang P., et al. Duck egg-drop syndrome caused by BYD virus, a new Tembusu-related flavivirus // *PLoSOne.* – 2011. – Vol. 6. e18106.
14. Williams R.B. Intercurrent coccidiosis and necrotic enteritis of chickens: Rational, integrated disease management by maintenance of gut integrity // *Avian Pathol.* – 2005. – Vol. 34. – P. 159–180.

ELISA TEST FOR THE DETECTION OF ANTIBODIES TO CHICKEN'S FLAVIVIRUSES

V.N. AFONYUSHKIN^{1,2}, A.N. AKSENOV³, M.L. FILIPENKO²

¹ *Institute of Experimental Veterinary of Siberian and the Far East Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences,*

² *Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine Siberian Branch RAS,*

³ *KRKA-Farma, Novosibirsk*

Decrease in average daily gain at broiler chickens may be due to flavivirus enteritis. Since 2011, the authors note a substantial increase in the incidence of broiler chickens flavivirus infection in the Russian Federation. Was offered a test system that allows to detect the presence of antibodies to flavivirus group-specific antigen in chickens. The method allows to determine the antibody titer during the reaction in the same dilution. The correlation coefficient (Pearson) between lgT and lgS / P was 0.98. Diagnostic value of the proposed test is the ability to verify the presumptive diagnosis of «daily weight reduction due to flavivirus infection», delivered on the basis of pathological, electron microscopy and histological studies.

Keywords: flaviviruses, malabsorption, broiler chickens, enzyme immunoassay, cuticulite.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНОГО ШТАММА И НАБОРА ПЦР-СТАНДАРТОВ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИКСИРОВАННОГО ВИРУСА БЕШЕНСТВА ШТАММА «МОСКВА 3253» В РАБИЧЕСКОМ АНТИГЕНЕ

Ж.В. МАТВЕЕВА*, И.В. ТУЧКОВ, Е.Г. АБРАМОВА, Н.В. МАЙОРОВ

Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов

Сконструирован рекомбинантный штамм, несущий клонированную последовательность фрагмента G-L области генома вируса бешенства «Москва 3253». Из ДНК рекомбинантного штамма КМ 229 получен набор ПЦР-стандартов, который позволяет проводить количественную оценку содержания вируса бешенства штамма «Москва 3253» в рабическом антигене методом ПЦР с гибридационно-флуоресцентным учетом результатов при производстве антирабического иммуноглобулина.

Ключевые слова: рекомбинантный штамм, ПЦР-стандарт, фиксированный вирус бешенства.

Введение

Гетерологичный антирабический иммуноглобулин, производимый в ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб», является высоко востребованным на отечественном фармацевтическом рынке лекарственным средством, что обусловлено неблагоприятной эпидемиологической ситуацией по бешенству практически во всех регионах Российской Федерации [5]. В настоящее время антирабический иммуноглобулин получают из гипериммунной сыворотки лошадей-продуцентов, иммунизированных рабическим антигеном на основе фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253».

Важным аспектом при поиске путей совершенствования производства антирабического иммуноглобулина является разработка методических подходов к количественной оценке содержания вируса бешенства штамма «Москва 3253» в материале для иммунизации продуцентов.

Несмотря на то, что к настоящему времени разработан широкий спектр методов для определения количества вирусных частиц, ПЦР по-прежнему является

основной технологией, используемой как в исследовательских, так и в клинических лабораториях [6]. Поэтому одним из перспективных подходов к количественному определению фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» в материале для иммунизации, на наш взгляд, является метод ПЦР с гибридационно-флуоресцентным учетом результатов (ПЦР-РВ).

Сама по себе ПЦР-РВ не является количественной. Для подсчета количества матрицы, присутствующей в образце, необходимо создание ПЦР-стандартов [6].

В настоящее время количественные стандарты вирусной нагрузки могут быть получены несколькими способами: использованием инфекционных образцов, идентичных исследуемым [10]; созданием химерных конструкций путем введения амплифицируемого фрагмента исследуемого вируса в геном стандартного лабораторного вируса; клонированием исследуемого ампликона в стандартный плазмидный вектор; использованием в качестве стандарта непосредственно ампликона [7] и др.

На сегодняшний день известно большое количество ПЦР-стандартов. Наиболее широко известные ПЦР-стандарты используют для определения количества вирусов: диареи крупного рогатого скота [8]; желтой геморрагической лихорадки, человеческого герпес вируса-6 и цитомегаловируса [9]; антигена Е вируса клещевого энцефалита в культуре клеток [4]; вакцинных штаммов вирусов кори, эпидемического паротита и краснухи [1, 2] и др.

Каждый способ получения количественных стандартов имеет свои достоинства и недостатки. Преимущество использования продукта реакции, клонированного в

© 2014 г. Матвеева Ж.В., Тучков И.В., Абрамова Е.Г., Майоров Н.В.

* Автор для переписки:

Матвеева Жанна Владимировна,
к.б.н., научный сотрудник лаборатории
генодиагностических препаратов,
ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб»
410005 Саратов, ул. Университетская, 46
E-mail: withwonderfullaugh@bk.ru

плазмидный вектор, состоит в простоте получения таких стандартов [6], что послужило для нас основанием выбора данного метода в качестве основного.

До настоящего времени ПЦР-стандарты для количественной оценки содержания вируса бешенства штамма «Москва 3253» в рабическом антигене методом ПЦР-РВ не разработаны.

Задачей настоящего исследования явилось конструирование штамма *Escherichia coli*, несущего рекомбинантную плазмиду $\rho RV_{\text{Moscow3253}}$ G-L с клонированной последовательностью фрагмента G-L области генома фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» и создание на его основе набора ПЦР-стандартов для количественного определения вируса бешенства штамма «Москва 3253» в рабическом антигене.

Материалы и методы

Материал для исследования. В работе использовали штамм фиксированного вируса бешенства «Москва 3253», полученный в НЦ ЭСМП (г. Москва), штамм *Escherichia coli* TG1 и плазмидный вектор ρ GEM-T.

По результатам проведенного патентного поиска и литературным данным, сведения о наличии рекомбинантных штаммов, несущих фрагмент G-L области генома вируса бешенства штамма «Москва 3253», не обнаружены. Поэтому для конструирования рекомбинантного штамма была выбрана нуклеотидная последовательность фрагмента G-L области вируса бешенства размером 881 н.п., фланкированного праймерами BeshG 5'-gacttgggtctccgaactgggg-3' и BeshL 5'-caaggagagttgagattgtagtc-3' (с 5543 по 4663 нуклеотид по последовательности генома близкородственного штамма вируса бешенства RV-97, GenBank NCBI № EF542830).

Материалом для исследования служила инактивированная 10% суспензия мозга кроликов, зараженных фиксированным вирусом бешенства штамма «Москва 3253». Обеззараживание материала выполняли согласно методическим указаниям МУ 3.3.1.1099 – 2002 «Безопасность работы с производственными штаммами фиксированного вируса бешенства путем добавления фенола до конечной концентрации 0,5% и инкубирования при температуре 37 ± 1 °C в течение 24 ч.

Выделение РНК вируса бешенства осуществляли методом нуклеосорбции на силикагеле в присутствии гуанидинтиоцианата с помощью набора для выделения РНК/ДНК «Рибо-Сорб» («ИнтерЛабСервис», Россия) согласно инструкции производителя. Для проведе-

ния реакции обратной транскрипции использовали набор реагентов «Реверта-L» («ИнтерЛабСервис», Россия) согласно инструкции производителя.

Пробу в количестве 10 мкл брали для проведения ПЦР на амплификаторе «ДНК-технология» (Россия).

Очистку амплифицированного фрагмента от не включившихся в реакцию мононуклеотидов осуществляли на колонке «Centry-sep colounins» («Pirseton Separations INC», США). Лигирование очищенного фрагмента в плазмиду ρ Gem-T осуществляли с помощью коммерческого набора ρ Gem-T Vector Systems («Promega», США). Выделение плазмиды из полученной биомассы проводили с помощью набора Pure Yield Plasmid Miniprep Systems («Promega», США). Подтверждение наличия клонированного фрагмента осуществляли методом ПЦР с праймерами BeshG и BeshL. Специфичность наработанного фрагмента оценивали секвенированием на генетическом анализаторе «CEQ-8000» («Beckman Coulter», США) с использованием стандартных протоколов пробоподготовки и программного обеспечения прибора.

Плазмиды $\rho RV_{\text{Moscow3253}}$ G-L с клонированным фрагментом G-L области генома фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» являлась исходным продуктом для получения ПЦР-стандартов, используемых при проведении ПЦР-РВ для определения количества вируса в рабическом антигене. Значение оптической плотности очищенного препарата рекомбинантной плазмиды $\rho RV_{\text{Moscow3253}}$ G-L определяли на спектрофотометре («Biowave II», Великобритания). Полученные данные использовали для расчета концентрации плазмиды с пересчетом количества копий в 1 мл. Точность определения концентрации рекомбинантной плазмиды $\rho RV_{\text{Moscow3253}}$ G-L повышали с помощью метода конечных разведений в комбинации со статистической обработкой результатов.

Расчет количества геном-эквивалентов плазмиды $\rho RV_{\text{Moscow3253}}$ G-L в полученном растворе проводили, используя формулу:

$$K \rho RV_{\text{Moscow 3253}} \text{ G-L} = A \times 0,234 \times 10^{12} \text{ [ГЭ/мл]},$$

где A – концентрация плазмидной ДНК $\rho RV_{\text{Moscow3253}}$ G-L в мкг/мл

ПЦР-РВ проводили на амплификаторе RotorGene 6000 («Corbett Research», Австралия) с учетом уровня флуоресценции по каналу ROX. С целью оценки воспроизводимости показателей тестируемых образцов каждый

эксперимент проводили в трех повторах независимыми постановками ПЦР-РВ.

Учет результатов реакции осуществляли с помощью программного обеспечения прибора RotorGene 6000 («Corbett Research», Австралия).

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследований амплифицированный фрагмент очищали от невключившихся в реакцию мононуклеотидов на колонке «Gentry-sep coloumnins» в соответствии с инструкцией фирмы-изготовителя. Затем фрагмент лигировали в плазмиду pGem-T с помощью коммерческого набора pGem-T Vector Systems согласно инструкции производителя.

Далее проводили трансформацию клеток штамма *E. coli* TG1 аликвотой лигированной смеси. Для этого к 20 ± 5 мкл лигированной смеси добавляли 200 ± 30 мкл свежеприготовленных компетентных клеток. После инкубации при температуре 42°C в течение 90 с смесь выдерживали на льду 2 мин. и подрачивали 1 ч при температуре 37°C . Клетки высевали на агаризованную среду с ампициллином в концентрации 100 мкг/мл в чашки Петри и инкубировали 18 ± 2 ч при температуре 37°C .

На следующем этапе работы выросшие колонии проверяли на наличие фрагмента G-L области генома фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» методом ПЦР с праймерами BeshG 5'-gacttgggtctcccgaactggggg-3' и BeshL 5'-caaaggagagttgagattgtatc-3' с последующим электрофоретическим учетом результатов в 2% агарозном геле. Для этого колонии *E. coli* TG1 (pRV_{Moscow3253} G-L) выращивали на жидкой питательной среде LB с ампициллином в пробирках в течение 18 ± 2 ч при температуре 37°C при постоянном покачивании на шейкер-инкубаторе ES-20 («BioSan», Латвия). Полученную биомассу собирали центрифугированием в микропробирках в объеме 1,5 мл. Плазмиду выделяли из полученной биомассы методом мембранной фильтрации с помощью набора «PureYield Plasmid Miniprep Systems» (США). Далее подтверждали наличие клонированного фрагмента методом ПЦР с праймерами BeshG и BeshL. Специфичность полученного фрагмента оценивали секвенированием на генетическом анализаторе «SEQ-8000» с использованием стандартных протоколов пробоподготовки и программного обеспечения прибора. Рекомбинантный штамм, несущий плазмиду pRV_{Moscow3253} G-L, содержал в своем составе фрагмент G-L области генома фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» размером 881 п.н.

Сконструированный рекомбинантный штамм *E. coli* pRV_{Moscow3253} G-L оценивали по культурально-морфологическим свойствам: грамтрицательные палочки, дающие на питательной среде LB с ампициллином гладкие, с ровным краем колонии диаметром $2,0 \pm 0,5$ мм. Полученный рекомбинантный штамм сохранял основные культурально-морфологические и биохимические свойства *E. coli* TG1, описанные в инструкции производителя.

В дальнейшем плазида pRV_{Moscow3253} G-L с клонированным фрагментом G-L области генома фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» являлась исходным продуктом для получения ПЦР-стандартов, используемых при постановке ПЦР-РВ для количественного определения фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» в рабическом антигене.

Сконструированный рекомбинантный штамм *E. coli* pRV_{Moscow3253} G-L был депонирован в Государственной коллекции патогенных бактерий при ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб» под номером КМ 229.

В ходе ряда экспериментов было установлено, что при исследовании препаратов кДНК вируса бешенства штамма «Москва 3253», полученных из рабического антигена, оптимальным для осуществления количественной ПЦР является применение разведений 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} рекомбинантной плазмиды pRV_{Moscow3253} G-L.

Для количественного определения кДНК фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» в рабическом антигене использовали набор ПЦР-стандартов с аббревиатурой (*Rabies virus*) RV1, RV2, RV3, RV4, обозначающей различную концентрацию плазмидной ДНК: от RV1 — максимальной до RV4 — минимальной.

ПЦР-стандарты RV1, RV2, RV3, RV4 готовили из раствора ДНК pRV_{Moscow3253} G-L, концентрацию которой определяли спектрофотометрически при длине волн 260 и 280 нм. Отношение показателей измерения при длине волн 260 и 280 нм составило 1,8, что свидетельствует о чистоте препарата. Для приготовления ПЦР-стандартов использовали исходный раствор ДНК плазмиды pRV_{Moscow3253} G-L как описано в разделе «Условия эксперимента».

Концентрация очищенного препарата плазмиды pRV_{Moscow3253} G-L составила 1,8 мкг/мл, что соответствует $4,2 \times 10^{11}$ ГЭ/мл.

Так, ПЦР-стандарт RV1 содержал $4,2 \times 10^8$ ГЭ/мл pRV_{Moscow3253} G-L; ПЦР-стандарт RV2 — $4,2 \times 10^7$ ГЭ/мл pRV_{Moscow3253} G-L; ПЦР-стандарт RV3 — $4,2 \times 10^5$ ГЭ/мл pRV_{Moscow3253} G-L; ПЦР-стандарт RV4 — $4,2 \times 10^3$ ГЭ/мл pRV_{Moscow3253} G-L.

Следует отметить, что ПЦР-стандарты готовили микрообъемами по 60 мкл на пять постановок для максимального снижения уровня погрешности в ходе реакции амплификации. Новые ПЦР-стандарты получали из рекомбинантного штамма КМ 229, повторяя каждый раз процедуру определения концентрации плазмидной ДНК.

Заключение

Таким образом, из ДНК рекомбинантного штамма КМ 229 разработан набор ПЦР-стандартов: RV1, RV2, RV3, RV4, прошедший апробацию при определении содержания вируса бешенства в образцах органо-тканевого и культурального антигенов методом ПЦР-РВ [3].

Набор ПЦР-стандартов может быть использован для количественного определения кДНК фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» методом ПЦР-РВ в рабическом антигене на этапе его приготовления при производстве гетерологичного антирабического иммуноглобулина.

Литература

1. Аммура Ю.И. Разработка методов количественного определения вакцинных штаммов вирусов кори, эпидемического паротита и краснухи на основе ПЦР с детекцией в режиме реального времени: дис. ... канд. биол. наук. — М. — 2012. — 24 с.
2. Забияка Ю.И., Файзулов Е.Б., Борисова Т.К. и др. Экспресс-метод оценки титра вируса краснухи в вирус-содержащей жидкости с помощью ПЦР-РВ // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2010. — № 5. — С. 57–62.
3. Матвеева Ж.В., Абрамова Е.Г., Генералов С.В. и др. Разработка способа количественной оценки содержания фиксированного вируса бешенства штамма «Москва 3253» в рабическом антигене // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. — 2014. — Т. 10. — № 2. — С. 12–17.
4. Морозова О.В., Гришечкин А.Е., Бахвалова В.Н. и др. Динамика репродукции вируса клещевого энцефалита в культурах клеток // Вопросы вирусологии. — 2012. — № 2. — С. 40–43.
5. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2011 году. Государственный доклад. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. — 2012. — 316 с.
6. Ребриков Д.В., Саматов Г.А., Трофимов Д.Ю. и др. ПЦР «в реальном времени». — М.: БИОНОМ. Лаборатория знаний. — 2009. — 215 с.
7. Borson N.D., Strausbauch M.A., Wettstein P.J. et al. Direct quantitation of RNA transcripts by competitive single-tube RT-PCR and capillary electrophoresis // Biotechniques. — 1998. — Vol. 25. — P. 130–137.
8. Kosinova E., Psical I., Robesova B. et al. Real-time PCR for quantitation of bovine viral diarrhoea virus RNA using SYBR Green I fluorimetry // Veterinarian Medicine. — 2007. — Vol. 52 (6). — P. 259–261.
9. Radonic A., Thulke S., Hi-Gung Bae et al. Reference gene selection for quantitative real-time PCR analysis in virus infected cells: SARS corona virus, Yellow fever virus, Human Herpesvirus-6, Cernoplox virus and Cytomegalovirus infections // J. Virology. — 2005. — Vol. 2(7). doi:10.1186/1743-422X-2-7.
10. Schutten M., van den Hoogen B., van der Ende M.E. et al. Development of real-time quantitative RT-PCR for the detection of HIV-2 RNA in plasma // J. Virol. Methods. — 2000. — Vol. 88. — P. 81–87.

PREPARATION OF RECOMBINANT STRAIN AND A SET PCR STANDARDS FOR THE QUANTITATIVE DETERMINATION OF FIXED RABIES VIRUS STRAIN «MOSCOW 3253» IN RABIES ANTIGEN

J.V. MATVEEVA, I.V. TUCHKOV, E.G. ABRAMOVA, N.V. MAYOROV

Russian Research Institute for Plague Control «Microbe», Saratov

A recombinant strain carrying the cloned sequence of the GL region of the rabies virus genome «Moscow 3253» was constructed. From DNA recombinant strain a set of KM 229 PCR standards was produced that allows to quantify the content of the rabies virus strain «Moscow 3253» in rabies antigen by PCR in view of the hybridization-fluorescent light results under production of antirabies immunoglobulin.

Keywords: recombinant strain, PCR-standard, fixed rabies virus.

УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТОВ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИХ КОНСТРУКЦИИ

Г.У. БАДРАНОВА^{1*}, П.М. ГОТОВЦЕВ¹, А.А. ШАПОВАЛОВА¹,
Н.А. ПРОНИНА^{1,3}, А.Н. РЕШЕТИЛОВ^{1,2}, Р.Г. ВАСИЛОВ¹

¹ *Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,*

² *Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина,*

³ *Московский физико-технический институт*

Настоящая статья представляет собой обзор актуальных на сегодняшний день направлений по созданию имплантируемых устройств энергоснабжения для медицинских имплантов. Осуществлен анализ современных подходов к решению указанной задачи. Отмечены достигнутые к настоящему времени мощности подобных генерирующих устройств и основные источники энергии для них. Обозначены основные направления развития в соответствии с представленными в обзоре литературными сведениями. Также дан анализ материалов, которые могут быть использованы при создании имплантированных генераторов и приведены их главные характеристики и методы получения.

Ключевые слова: глюкозные топливные элементы, имплантируемые устройства, глюкозный метаболизм, электропроводящие полимеры.

Введение

Одним из многих направлений развития современной медицины является имплантация устройств для поддержания или восстановления физиологических либо нейрокогнитивных функций [39, 48, 83]. Так, кардиостимуляторы с 1960 года и по сей день находят широкое применение [25, 39], активно ведется разработка нейроинтерфейсов [48, 83] и искусственных органов [22, 30]. Все эти устройства требуют источника электрического тока для своего функционирования. Основным решением на сегодняшний день являются литий-ионные батареи, которые обладают высокой емкостью и способны длительно питать имплантируемые устройства низкой мощности [22]. Например, потребляемая мощность современных кардиостимуляторов составляет от 10 до 40 мкВт, малогабаритная батарея может обеспечить его питанием в течение 5 лет и даже больше [22], в зависимости от выбранной схемы работы. Однако по истечении срока работы батареи необходимо хирургическое вмешательство для замены кардиостимулятора. Если замена

кардиостимулятора без замены электрода — достаточно несложная операция, то в случае нейроимплантов возникает задача максимального увеличения срока действия устройства. Наиболее критично эта задача стоит при использовании электростимулирующих устройств [44]. Таким образом, сейчас становится актуальной задача создания генератора электрической энергии, который мог бы быть имплантирован вместе с устройством и обеспечивал бы его энергией непрерывно.

Существуют различные методы получения энергии для имплантируемых устройств [38]. В целом эти методы можно разделить на внешние и внутренние (рис. 1). Внешние связаны с использованием окружающей среды, внутренние — с использованием источников энергии, высвобождаемой при физиологических и физико-химических процессах жизнедеятельности человека. На рисунке 1 не показаны возможные внешние источники в виде солнечных микрогенераторов и генераторов инфракрасного спектра, поскольку на сегодня такие устройства обладают слишком низкой плотностью энергии [36, 38].

Беспроводная передача представляет собой один из самых проработанных методов беспроводной зарядки устройств [50, 71]. Мощность имплантируемых устройств с такой зарядкой может достигать 150 мВт, однако при необходимости она может быть увеличена как минимум вдвое [50]. Однако здесь речь идет о зарядке имплантируемого устройства; следовательно, при

© 2014 г. Бадранова Г.У., Готовцев П.М., Шаповалова А.А., Пронина Н.А., Решетиллов А.Н., Василлов Р.Г.

* **Автор для переписки:**

Бадранова Гульфия Ураловна
инженер-исследователь

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,
E-mail: gulfia.badranova@gmail.com



Рис. 1. Источники энергии для имплантируемых устройств

использовании данной системы снимается задача операции по замене батареи, но пациент остается зависимым от источников электропитания. Аналогичная проблема имеет место при установке внешнего коннектора. Также в обоих случаях в составе устройства остается аккумулятор в связи с тем, что зарядка должна проводиться периодически.

Кинетические генераторы преобразуют кинетическую энергию движения в электрическую. Данный метод обеспечивает невысокие мощности в диапазоне от 8 до 60 мкВт [56, 79]. К тому же такие источники энергии могут быть удалены от мест расположения имплантов-потребителей, что существенно усложняет процесс имплантации.

Пьезоэлектрические генераторы тоже вызывают существенный интерес [67, 75] в связи с тем, что в человеческом организме постоянно происходит сокращение каких-либо мышц. Следовательно, генератор работает практически постоянно, что позволяет использовать его в схеме с компактным миниатюрным суперконденсатором для стабилизации выдачи мощности на имплант-потребитель [75]. Пьезопреобразователи при этом обеспечивают достаточно низкую плотность энергии, однако они могут снимать ее с гораздо большего количества источников в сравнении с кинетическими генераторами [61]. В то же время низкая плотность энергии означает, что само устройство будет достаточно габаритным, что усложняет его имплантацию. Мощности подобных устройств находятся в диапазоне от 1,2 до 48 мВт [42, 61, 73].

Термоэлектрические преобразователи также рассматриваются как один из вариантов генераторов для имплантируемых устройств [78]. Для генерации электричества требуется разница температур; как правило, для имплантируемых устройств используется разница между температурой окружающего воздуха и внутри тела. Если взять оптимальную температуру окружающей среды для человека, равную 25 °С, то при физиологической температуре в 37 °С рабочий температурный напор составит 12 °С, что позволяет обеспечить мощности порядка 30 мкВт для имплантируемых устройств [78].

Глюкозные топливные элементы (ГТЭ) преобразуют химическую энергию в электрическую благодаря неполному окислению глюкозы до глюконолактона и восстановлению кислорода до воды. То есть, они являются электрохимическими генераторами. Так как глюкоза и кислород присутствуют и постоянно пополняются в физиологической жидкости организма путем метаболизма, этот подход теоретически способен обеспечивать достаточной энергией в течение всей жизни пациента без необходимости замены батареи. Более того, мощности топливных элементов могут достигать уровня мВт при селективном окислении глюкозы [22]. В то же время ГТЭ не могут использовать всю глюкозу, которая находится в крови или спинномозговой жидкости, в связи с возможным негативным влиянием на физиологические процессы в организме.

Основные параметры указанных выше устройств сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Основные параметры возможных источников энергии для имплантируемых устройств

Источник	Возможные мощности	Связь с имплантом-потребителем	Наличие промежуточного накопителя энергии	Особенности имплантации
Беспроводная передача	150 мВт (возможно повышение)	Может выпускаться единым устройством	Необходима батарея для поддержания работы импланта в течение как минимум нескольких суток	Может быть единым устройством, возможны сложности с зарядкой в случае глубокой имплантации
Внешний коннектор	200 мВт (возможно повышение)	Может выпускаться единым устройством	Необходима батарея для поддержания работы импланта в течение как минимум нескольких суток	При глубокой имплантации требуется вывести коннектор на поверхность, что является сложной хирургической операцией
Кинетический генератор	8 до 60 мкВт	Имплантируемое устройство может быть размещено в другой части тела, то есть два устройства	Необходимы миниатюрный суперконденсатор и управляющая система для стабилизации выдачи мощности в соответствии с потребностью импланта	В случае отдельной установки требуется сложная операция по соединению устройств
Пьезо	1,2 до 48 мВт	Во многих случаях генератор и имплант могут быть одним устройством, например, кардиостимуляторы	Необходимы миниатюрный суперконденсатор и управляющая система для стабилизации выдачи мощности в соответствии с потребностью импланта	—
Термоэлектрический преобразователь	30 мкВт	Возможно единое устройство	Необходимы миниатюрный суперконденсатор и управляющая система для стабилизации выдачи мощности в соответствии с потребностью импланта	Необходимо сделать вывод одной части генератора на открытый воздух, что при глубокой имплантации затруднительно
Электрохимические генераторы	Десятки мВт	Возможно единое устройство	Необходимы миниатюрный суперконденсатор и управляющая система для стабилизации выдачи мощности в соответствии с потребностью импланта	—

Каждый из представленных источников может найти свою нишу при решении задач энергоснабжения различных имплантов. В случае пожизненной имплантации, в первую очередь, интерес представляют устройства постоянного действия, без прямой подзарядки и с минимальными требованиями к специальному обращению. Данные требования для имплантируемых источников питания обязательны, поскольку пациент с имплантируемым устройством должен вести полноценную жизнь. С такой точки зрения наибольший интерес представляют пьезо- и электрохимические генераторы, однако последние обладают большей плотностью энергии.

Абиотические ГТЭ

Для преобразования энергии *in vivo* в случае восстановления кислорода предложены такие катализаторы, как палладий, золото, сплавы, активированный уголь и молекулярные катализаторы на основе комплексов фталоцианинов с медью, кобальтом и железом — благодаря их нечувствительности к глюкозе. Ряд благородных металлов и сплавов — платина-рутений, родий и иридий — предложен для окисления глюкозы в нейтральной среде. Преимущество металлических катализаторов в том, что они сохраняют высокую стабильность на длительный период времени [22]. В то же время такие катализато-

ры менее эффективны по сравнению с ферментами при физиологических температурах. Так, в работе [69] удалось достичь удельной мощности равной $3,5 \text{ мкВт см}^{-2}$ с использованием платинового катализатора.

Ферментативные ГТЭ

Перенос электронов между редокс-ферментами и электродом в ферментативных ГТЭ может быть медиаторным и прямым (ПЭП).

Медиаторный электронный перенос (МЭП) включает активные молекулы или полимеры, которые имеют потенциалы, близкие активному центру фермента. Авторы работ [15, 58] в качестве медиатора используют редокс-полимер на основе осмия, который облегчает перенос электронов и способствует иммобилизации белковых молекул. В работе [15] при использовании дегидрогеназы пираноз в качестве фермента максимальная плотность тока составляет $330 \text{ мкА}\cdot\text{см}^{-2}$ при концентрации глюкозы 20 мМ и потенциале 200 мВ в фосфатном буфере с $\text{pH } 7.4$; при использовании глюкозооксидазы максимальная плотность тока $100 \text{ мкА}\cdot\text{см}^{-2}$ при тех же условиях.

Прямой электронный перенос (ПЭП) подразумевает прямое соединение, где электроны переносятся от каталитического центра фермента к электроду. ПЭП упрощает конструкцию: можно избежать использования мембран и медиаторов, которые приводят к потерям напряжения [11, 85]. В работе [26] подробно описывается микромасштабный ферментативный топливный элемент «глюкоза/кислород» на основе ПЭП, работающий *in vivo* в головном мозге крыс. Электроды сделаны из золота и покрыты золотыми наночастицами для уменьшения сопротивления переноса заряда. Иммобилизация глюкозоокисляющих (гидрогеназа целлобиозы) и кислородовосстанавливающих (билирубиноксидаза) ферментов происходит на поверхностях 3D-наноструктурированных электродов. Напряжение разомкнутой цепи — $0,54 \text{ В}$, мощность — $2 \text{ мкВт}\cdot\text{см}^{-2}$, рабочее напряжение — $0,4 \text{ В}$.

Материалы для имплантируемых устройств

Эффективность имплантируемого электрогенератора во многом определяется материалами катода, анода и конструктивных элементов самого устройства. Такие материалы должны обеспечивать не только высокие технические характеристики, но и успешно сопротивляться биоразложению и коррозии, а также не вызывать негативных физиологических реакций в организме. В качестве имплантируемых материалов используются металлы, полимеры, неорганические материалы, материалы на

основе углерода и композиты на их основе. Далее будут рассмотрены электропроводящие полимеры как один из возможных материалов электродов и биосовместимые материалы для применения их в качестве конструктивных материалов имплантатов.

1. Проводящие полимеры

Класс проводящих полимеров (ПП) становится все более популярным благодаря своим уникальным электрическим и оптическим свойствам. Характеристики ПП аналогичны некоторым металлам и неорганическим полупроводникам; при этом они сохраняют полимерные свойства, такие как гибкость, легкость синтеза и переработки [59]. Проводящие полимеры уже используются в топливных элементах, компьютерных дисплеях, микроэлектронной промышленности и в последнее время находят применение в области биоматериалов. Их физические свойства могут быть легко оптимизированы для конкретного применения путем связывания биологически важных молекул в полимер. Это достигается с помощью таких методов, как физическая адсорбция, докинг, ковалентное прикрепление желаемых молекул [37]. Их проводящая природа позволяет культивировать на них клетки и ткани. Не удивительно, что ПП становятся очень важными материалами для биосенсоров, нейронных имплантатов, устройств доставки лекарственных средств и инжиниринга тканей [14].

Существует класс органических проводящих полимеров, известных как внутренне проводящие полимеры (ВПП), которые содержат мономеры, способные принимать положительный или отрицательный заряд через реакции окисления и восстановления, что, в свою очередь, способствует электрической проводимости в цепи. ВПП имеют сопряженную систему двойных связей, то есть содержат чередующиеся одинарные и двойные химические связи. Это приводит к образованию делокализованных электронов, которые выступают в качестве носителя заряда [37, 59]. Поэтому такие полимеры проявляют оптические свойства, электропроводность, низкий потенциал ионизации и высокие электронные сродства [8]. ВПП имеют гибкую химическую структуру, которая может быть изменена, чтобы получить нужные электронные и механические свойства. Поскольку ВПП имеют способность эффективно передавать электроны, полученные биохимическими реакциями, они широко используются в качестве биосенсорных датчиков, образующих промежуточные слои между биологическими образцами и электронными устройствами [59].

Наиболее часто используемыми ВПП для развития различных видов электрохимических биосенсоров являются полипиррол, полианилин и поли-(3,4-этилендиокситиофен) благодаря высокой электропроводности, биосовместимости, низкой стоимости, масштабируемости, простому способу переработки и другим свойствам материала [14].

Полипиррол. Полипиррол — широко исследованный ПП, привлекает особое внимание из-за его биосовместимости *in vitro* и *in vivo*, химической стабильности и поддержания адгезии и роста различных видов клеток [37]. Например, по результатам исследований [84, 87] авторами показано, что полипиррол нетоксичен для стволовых клеток костного мозга мышей. В работе [87] создана пленка полипиррола, электрическое сопротивление которой можно регулировать в соответствии с требованиями. Эти свойства могут применяться в регенерации тканей.

Полианилин. Полианилин (ПАНИ) существует в различных формах в зависимости от степени окисления: полностью окисленная форма — пернигранилин, наполовину окисленная — эмералдин, полностью восстановленная форма — лейкоэмералдин. Из них эмералдин является наиболее стабильным и проводящим. Сообщения относительно биосовместимости ПАНИ различны. В одних работах указывают на то, что ПАНИ поддерживает рост клеток, обеспечивает пролиферацию и адгезию клеток, не вызывает воспаление. Другие исследования заявляют о тканевой несовместимости ПАНИ, плохую адгезию и рост клеток. В работе [14] было предположено, что недостаточная биосовместимость ПАНИ может быть результатом небольшого количества примесей остаточных кислот и побочных продуктов.

ПАНИ привлекает внимание в связи с его низкой стоимостью, экологической стабильностью и электропроводностью [45]. В композитах может быть деградируемым, например, в сочетании с полигликолидом [19]. Для улучшения биосовместимости ПАНИ модифицируют хитозаном, желатином, коллагеном и аминокислотами [37].

На сегодняшний день широко применяются электропроводящие гидрогели из ПАНИ. Авторами работы [52] был получен гидрогель на основе ПАНИ и фитиновой кислоты, которая встречается в растительных тканях. Молекула фитиновой кислоты может захватить до шести полимерных цепей, что существенно повышает электропроводность гидрогелей. Полученный гидрогель обладает высокой удельной емкостью, циклической стабильностью (83% удержания емкости после 10000 ци-

клов) и электропроводностью до 0,11 См/см при 25 °С. Более того, он способствует иммобилизации ферментов путем взаимодействия фосфатных групп гидрогеля и атомов азота фермента.

В работе [64] описаны получение и характеристика впервые полученных электропроводящих композитов на основе полианилина и полиглицеринового эфира себадиновой кислоты (ПГС) для сердечных приложений тканевой инженерии. Проводимость достигает до 17,7 мСм/см и сохраняется до 100 часов. Подтверждена биосовместимость композитов, рост и пролиферация клеток. Жизнеспособность клеток во всех образцах составила 95%. ПГС является популярным материалом для сердечных приложений в тканевой инженерии благодаря механическим свойствам, сходным с живыми тканями миокарда.

Поли-(3,4-этилендиокситиофен). Наиболее широкое применение получило производное политиофена — поли-(3,4-этилендиокситиофен) (ПЭДОТ) благодаря не только его высокой проводимости, но и необычной электрохимической стабильности в окисленной форме. ПЭДОТ рассматривается как наиболее стабильный проводящий полимер на сегодняшнее время. Применяется в качестве антистатического покрытия для фотопленок, материала для электрода для люминесцентных ламп, антикоррозионной добавки для органических покрытий [23]. Также ПЭДОТ показывает хорошую биосовместимость [14, 21, 23, 70, 92].

Добавление в ПЭДОТ полистиролсульфоната (ПСС) значительно увеличивает проводимость и стабильность. ПЭДОТ:ПСС применяется в таких областях, как антистатические и электропроводные покрытия, термоэлектрические материалы, проводящие слои в конденсаторах, в органических светоизлучающих диодах и фотоэлектрических устройствах благодаря механической гибкости, термической стабильности, технологичности, высокой прозрачности, высокой электропроводности и низкой стоимости [89].

В исследовании [17] получены электрохимически активные 3D-подложки из полиэтилентерефталата. В качестве покрытия использован поли-(3,4-этилендиокситиофен) в сочетании с тозилатом. Такая структура имеет морфологическое сходство с внеклеточным матриксом биологической ткани и характеризуется широким диапазоном диаметров пор и высокой пористостью, что обеспечивает высокую проницаемость субстратов. Исследования показывают хорошую адгезию, рост и здоровую морфологию клеток. Аналогичные результаты получены другими авторами [46].

В исследовании [20] изготовлено двухкомпонентное покрытие кохлеарного имплантата для улучшения электрической функции имплантата и биологической стабильности внутреннего уха, а также для облегчения долгосрочного восприятия звука через кохлеарный имплантат. Это покрытие представляет собой сочетание альгинатного гидрогеля, функционализированного аргинин-глицин-аспарагиновой кислотой, и проводящего полимера ПЭДОТ. Обнаружено, что такие покрытия уменьшают электродное сопротивление, улучшают доставку заряда, эффективны, нецитотоксичны и клинически значимы.

Авторы работы [90] сообщают, что проводимость ПЭДОТ:ПСС можно значительно увеличить обработкой композита водным раствором цвиттер-ионов. При этом электропроводность увеличивается от 0,2 до 92,4 См/см.

В статье [55] описано введение углеродных нанотрубок (УНТ) в ПЭДОТ:ПСС, однако увеличения стабильности и электропроводности не наблюдалось. Авторы также показывают, что добавление тетрафторбората (ТФБ) в ПЭДОТ значительно увеличивает стабильность и проводимость по сравнению с ПЭДОТ:ПСС и УНТ:ПЭДОТ:ПСС. ПЭДОТ:ТФБ нетоксичен и является перспективным кандидатом для приложений нейронных интерфейсов.

2. Биосовместимые материалы, используемые для получения имплантатов

2.1. Титан. Титан и его сплавы являются одним из наиболее используемых в медицине металлов благодаря биосовместимости [2, 5, 41, 51], долговечности [13, 77] и коррозионной стойкости [32, 65].

Существуют несколько способов увеличения адгезии клеток к поверхности титана. Авторам работы [2] удалось привить биоактивный полимер на поверхность титана. Для этого образцы титана были обработаны серной кислотой и перекисью водорода, что привело к образованию гидроксида и пероксида титана на поверхности образцов. Затем они были погружены в раствор мономера стиролсульфоната натрия, нагревание которого вызывало разложение перекиси титана на радикалы, инициируя полимеризацию стиролсульфоната натрия.

В работе [5] приводятся данные об анодном окислении и УФ-облучении титана. Исследования показали, что это позволило улучшить биосовместимость поверхности, увеличить адгезию и пролиферацию клеток.

2.2. Кремний. Кремний также обладает биосовместимостью [81], играет существенную роль в мета-

болизме соединительной ткани и способствует пролиферации клеток [12]. В медицине широко применяется пористый кремний [1] в качестве систем доставки лекарственного вещества [76], а также в качестве замены костной ткани [12, 16].

2.3. Углеродные нанотрубки. Углеродные нанотрубки (УНТ) — наноразмерные цилиндрические полые трубки, состоящие полностью из углерода. Несмотря на то, что УНТ обладают уникальными химическими и физическими свойствами и являются потенциальными материалами для применения в медицине [28, 29, 82, 91], существуют и противоречивые исследования по их токсичности [27, 47, 60]. К примеру, в работе [27] предполагается о неизбежном присутствии как внутренних (заряженные дефекты, пустоты), так и внешних (остаток катализатора) примесей в УНТ. В работе [47] подробно описано вредное воздействие УНТ на человека.

2.4. Биосовместимые полимеры. В предыдущем разделе рассмотрены примеры использования проводящих полимеров, но также интересны биосовместимые полимеры, не поддающиеся биодеструкции в организме и используемые в качестве конструкционных материалов для имплантатов. Различают синтетические и природные высокомолекулярные соединения.

2.4.1. Синтетические полимеры

Полиэтилен (PE) имеет структуру $[-CH_2-CH_2-]_n$. В биомедицинских приложениях используются три типа PE:

- *Полиэтилен низкой плотности (LDPE) (полиэтилен высокого давления)* легко обрабатывается, химически инертен, устойчив к растворителям и нагреванию. В настоящее время в медицине используется редко [68].

- *Полиэтилен высокой плотности (HDPE) (полиэтилен низкого давления)* используется в качестве медицинского оборудования благодаря инертным свойствам. Из HDPE в основном изготавливают одноразовые медицинские устройства, хирургические имплантаты и долгосрочные катетеры [24].

- *Полиэтилен ультравысокой молекулярной массы (UHMWPE)* имеет более высокую молекулярную массу по сравнению с HDPE и соответственно высокую прочность [24]. Используется для лечения суставных заболеваний [86]. UHMWPE остается эталоном изготовления протезов суставов. Получают его в виде порошка с высокой степенью кристалличности и температурой плавления. В связи с его высокой вязкостью порошок UHMWPE обрабатывают экструзией под прессом,

прессованием и прямым прессованием. Стерилизуют гамма-излучением, этиленоксидом и в газовой плазме [3].

Полипропилен (РР) имеет структуру, приведенную на рисунке 2.

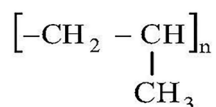


Рис. 2. Химическая структура полипропилена

РР обладает высокой прозрачностью, хорошими механическими свойствами, низкой стоимостью и химической инертностью [10], является основой для изготовления шовных материалов [33] и протезов [72].

Политетрафторэтилен (РТФЕ) имеет химическую структуру $[-\text{CF}_2-\text{CF}_2-]_n$. Является широко используемым медицинским полимером из-за его биологической стабильности, высокой твердости и износостойкости. Обычно используется для получения сосудистых протезов, при замене костей и хрящей [43].

Полиметилметакрилат (РММА) широко используется в ортопедии как костный цемент для имплантатов [54]. Такие цементы недеградируемы, самозатвердевающиеся, сохраняют достаточную механическую поддержку в течение длительного периода времени. Пористая структура материала играет существенную роль для врастания мягких тканей в поры и заживления ран [74]. В затвердевших формах РММА также используется в качестве внутриглазных линз и твердых контактных линз [4].

Поли-(2-гидроксиэтилметакрилат) (рНЭМА) в основном применяется для получения гидрогелей с высокой биосовместимостью и гидрофильностью. Эти гидрогели используются как материалы для заживления ран [66, 80], а также предложены в качестве перспективных биоматериалов для замены поврежденных суставных хрящей [18].

Полиэтилентерефталат (РЕТ) является основным полимером, используемым для изготовления плетеных эндопротезов сосудов, оплеток седла искусственных клапанов сердца, эндопротезов сухожилий и связок, шовных материалов [6]. Также из РЕТ получают легкие и небьющиеся пластиковые пищевые контейнеры [9].

Полиуретаны (РУ) представляют собой гибкие биоматериалы, сочетающие такие свойства, как биостабильность, биосовместимость, технологичность, стойкость к истиранию, гибкость, прочность и долговечность [57]. Используется в качестве покрытий для кардиостимуляторов, грудных имплантатов, сосудистых

устройств, имплантатов искусственного сердца и сердечных клапанов [88].

Полисилоксаны (силиконы) используются в виде систем различной консистенции:

- *жидкие отверждающиеся композиции* для эмболизации кровеносных сосудов, протоков поджелудочной железы;
- *гелеобразные композиции* для заполнения емкостей эндопротезов молочных желез;
- *пленочные системы* для изготовления оболочки эндопротезов молочных желез, компонентов пленочных систем для лечения ран и ожогов;
- *жесткие резины* для создания подкожных имплантатов для лицевой восстановительной хирургии, эндопротезов фаланг пальцев, деталей эндопротезов клапанов сердца [6].

Полисилоксаны (рис. 3) имеют превосходную термическую стабильность, химическую и биологическую совместимость, высокую гибкость и газопроницаемость, низкую температуру стеклования. В структуре полисилоксана отсутствуют полярные группы, поэтому они являются сильно гидрофобными полимерами [49].

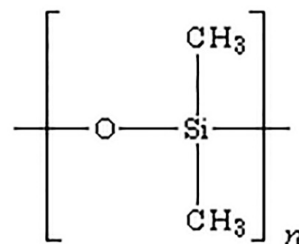


Рис. 3. Полидиметилсилоксан — простейший представитель силиконов

2.4.2. Природные полимеры

Коллаген — это природный белок с высоким содержанием глицина (около 33%) и иминокислоты (около 20%). В обилии находится во всем организме (в тканях, в частности, таких как кожа, кости, хрящи, сухожилия, кровеносные сосуды), где он обеспечивает основную структурную и механическую поддержку [63]. Коллаген обычно сшивается с помощью различных методов, например, с использованием глутаральдегида, карбодиимида, фотоокисления с целью улучшить физические свойства и таким образом расширить сферу его применения в качестве биоматериала. Матрицы коллагена обычно стерилизуются гамма-излучением, обработкой этиленоксидом или облучением [7]. Биоматериалы на основе коллагена могут быть использованы в качестве каркаса для раз-

личных приложений тканевой инженерии, заменителя кожи и сухожилий, увеличения объема мягких тканей, в стоматологии — в качестве кровоостанавливающего средства [7].

Альгинат — это природный полисахарид, получаемый из морских водорослей и принадлежащий к семейству сополимеров α -D-маннуронозой и β -L-гулууронозой кислот, которые могут быть сшиты ионами кальция [31]. Сшивка может быть осуществлена при комнатной температуре и физиологическом значении pH. Альгинатные гели часто используются в качестве матрицы для инкапсуляции живых клеток [35] и для выпуска белков [34]. Интересно, что гели могут быть дестабилизированы извлечением ионов кальция из геля при введении хелатного агента. Выпуск белков из микрочастиц альгината, полученных путем распыления раствора альгината натрия в водном растворе хлористого кальция, может быть модулирован покрытием частиц с катионными полимерами, например, хитозана [53, 62] и полилизина [40, 53].

Фибрин — это природный полимер, образующийся посредством полимеризации фибриногена в присутствии тромбина и CaCl_2 (свертывание крови). Для сфер применения биоматериалов фибрин производится в форме пены, листов, частиц и клея для использования в качестве клеящих составов и герметиков. Фибрин широко используется для заключения клеток в оболочку и для доставки различных факторов роста [4]. Надо отметить, что на основе фибриновых носителей можно получать хрящеподобную ткань. Преимущества фибрина в том, что он коммерчески доступен, однако имеет низкую механическую жесткость и подойдет там, где не требуется большой механической нагрузки [3].

Заключение

Как видно из представленных данных, на сегодняшний день сложились все предпосылки для создания имплантируемых микрогенерирующих устройств. В первую очередь, это касается достаточно совершенных материалов, которые, с одной стороны, биосовместимы, а, с другой, могут обеспечить достаточные технические характеристики для устройства. Серьезным прорывом в указанной области является создание биосовместимых электропроводящих полимеров, которые открывают широкие перспективы для создания высокоэффективных электрохимических систем. Последние могут занять место наиболее распространенных имплантируемых генерирующих устройств в силу своей стабильности и того,

что фактически встраиваются в биохимические процессы, не нарушая их.

Также очевидно, что в настоящее время данное направление находится на самой ранней стадии своего развития, в связи с чем можно ожидать дальнейшего прогресса в ближайшие годы. При этом не следует забывать, что существуют природные лимиты, ограничивающие мощность единичного имплантируемого генератора, такие как уровень глюкозы в физиологических жидкостях, площадь постоянно работающих мышц для пьезосистем и т.д.

Немаловажной задачей, требующей решения, является взаимосвязь между генерирующим устройством и имплантом-потребителем. Очевидно, что работа импланта-потребителя определяется внешними параметрами (например, установленной программой стимуляции для кардиостимулятора); в то же время эти параметры могут абсолютно не соответствовать графику выдачи мощности генератора. Таким образом, возникает задача эффективного накопления энергии и управляемой выдачи мощности импланту-потребителю. Необходимо отметить, что с началом активного использования возобновляемых источников энергии та же задача стоит и перед большой энергетикой. Решение этой задачи даст возможность создать эффективные имплантируемые генераторы энергии для медицинских имплантов.

Литература

1. Ксенофонтова О.И., Васин А.В., Егоров В.В., Бобыль А.В., Ф.Ю. Солдатенков Ф.Ю., Теруков Е.И., Улин В.П., Улин Н.В., Киселев О.И. Пористый кремний и его применение в биологии и медицине // Журнал технической физики. — 2014. — Т. 84. — Вып. 1. — С. 67–78.
2. Кутный К.В. Наноструктурные материалы на основе чистого титана и биорастворимого магниевое сплава для создания хирургических имплантатов. Наноструктуры и нанотехнологии в электронике // Электроника и связь. — 2011. — Вып. 4. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». — С. 31–36.
3. Полимеры в биологии и медицине / Коллектив авторов. Под ред. Майка Дженкинса. Пер с англ. О.И. Киселева; науч.ред. Н.Л. Клячко. — М.: Научный мир, 2011. — 256 с.: ил. — (Фундаментальные основы нанотехнологий: исследования и разработки).
4. Хенч Л., Джонс Д. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей / Пер с англ. Ю.Л. Цвирко. Под ред. А.А. Лушниковой. — М.: Техносфера, 2007. — 304 с.
5. Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф., Гюнтер В.Э. Биосовместимые пористые проницаемые материалы / В кн.:

- Биосовместимые материалы и имплантаты с памятью формы. Томск, 2001. — С. 9–24.
6. Штильман М.И. Полимеры медико-биологического назначения. — М.: ИКЦ «Академ-книга», 2006. — 400 с.
 7. Abou Neel E.A., Bozec L., Knowles J.C., Syed O., Mudera V., Day R., Jung Keun Hyun. Collagen — Emerging collagen based therapies hit the patient // *Advanced Drug Delivery Reviews*. — 2013. — Vol. 65. — P. 429–456. doi.org/10.1016/j.addr.2012.08.010.
 8. Ahuja T., Ahmad Mir I., Kumar D., Rajesh. Biomolecular immobilization on conducting polymers for biosensing applications // *Biomaterials*. — 2007. — Vol. 28. — P. 791–805. doi:10.1016/j.biomaterials.2006.09.046
 9. Akira Shirakura, Masaki Nakaya, Yoshinori Koga, Hideyuki Kodama, Terumitsu Hasebe, Tetsuya Suzuki. Diamond-like carbon films for PET bottles and medical applications // *Thin Solid Films*. — 2006. — Vol. 494. — P. 84–91. doi:10.1016/j.tsf.2005.08.366.
 10. Alariqi S.A.S., Pratheep Kumar A.P., Rao B.S.M., Singh R.P. Effect of γ -dose rate on crystallinity and morphological changes of γ -sterilized biomedical polypropylene // *Polymer Degradation and Stability*. — 2009. — Vol. 94. — P. 272–277. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2008.10.027.
 11. Andoralov V., Falk M., Suyatin D.B., Granmo M., Sotres J., Ludwig R., Popov V.O., Schouenborg J., Blum Z., Shleev S. Biofuel cell based on microscale nanostructured electrodes with inductive coupling to rat brain neurons // *Scientific Reports*. — 2013. — Vol. 3. — P. 3270. DOI: 10.1038/srep03270.
 12. Ather Farooq Khan, Saleem M., Afzal A., Ali A., Khan A., Abdur Rahman Khan. Bioactive behavior of silicon substituted calcium phosphate based bioceramics for bone regeneration // *Materials Science and Engineering C*. — 2014. — Vol. 35. — P. 245–252. doi.org/10.1016/j.msec.2013.11.013.
 13. Avasarala B., Haldar P. Durability and degradation mechanism of titanium nitride based electrocatalysts for PEM (proton exchange membrane) fuel cell applications // *Energy*. — 2013. — Vol. 57. — P. 545–553. doi.org/10.1016/j.energy.2013.05.021.
 14. Balint R., Cassidy N.J., Cartmell S.H. Conductive polymers: Towards a smart biomaterial for tissue engineering // *Acta Biomaterialia*. — 2014. — Vol. 10. — P. 2341–2353. doi.org/10.1016/j.actbio.2014.02.015
 15. Barton S.C., Gallaway J. & Atanassov P. Enzymatic biofuel cells for implantable and microscale devices // *Chem. Rev*. — 2004. — Vol. 104. — P. 4867–4886.
 16. Bodišová K., Kašiarová M., Domanická M., Hnatko M., Lenčes Z., Varchulová Nováková Z., Vojtášák J., Gromošová S., Šajgalík P. Porous silicon nitride ceramics designed for bone substitute applications // *Ceramics International*. — 2013. — Vol. 39. — P. 8355–8362. doi.org/10.1016/j.ceramint.2013.04.015.
 17. Bolin M.H., Svennersten K., Wang X., Chronakis I.S., Richter-Dahlfors A., Jager E.W.H., Berggren M. Nanofiber scaffold electrodes based on PEDOT for cell stimulation // *Sensors and Actuators B*. — 2009. — Vol. 142. — P. 451–456. doi:10.1016/j.snb.2009.04.062.
 18. Bostan L., A.-M.Trunfio-Sfarghiu A.-M., Verestiuc L., Popa M.I., Munteanu F., Rieu J.-P., Berthier Y. Mechanical and tribological properties of poly(hydroxyethyl methacrylate) hydrogels as articular cartilage substitutes // *Tribology International*. — 2012. — Vol. 46. — P. 215–224. doi:10.1016/j.triboint.2011.06.035.
 19. Caifeng Ding, Yan Wang, Shusheng Zhang. Synthesis and characterization of degradable electrically conducting copolymer of aniline pentamer and polyglycolide // *European Polymer Journal*. — 2007. — Vol. 43. — P. 4244–4252. doi:10.1016/j.eurpolymj.2007.07.032.
 20. Chikar J.A., Hendricks J.L., Richardson-Burns S.M., Raphael Y., Pflingst B.E., Martin D.C. The use of a dual PEDOT and RGD-functionalized alginate hydrogel coating to provide sustained drug delivery and improved cochlear implant function // *Biomaterials*. — 2012. — Vol. 33. — P. 1982–1990. doi:10.1016/j.biomaterials.2011.11.052.
 21. Collazos-Castro J.E., Polo J.L., Hernández-Labrado G.R., Padial-Cañete V., García-Rama C. Bioelectrochemical control of neural cell development on conducting polymers // *Biomaterials*. — 2010. — Vol. 31. — P. 9244–9255. doi:10.1016/j.biomaterials.2010.08.057.
 22. Cosnier S., Le Goff A., Holzinger M. Towards glucose biofuel cells implanted in human body for powering artificial organs: Review // *Electrochemistry Communications*. — 2014. — Vol. 38. — P. 19–23.
 23. del Valle L.J., Aradilla D., Oliver R., Sepulcre F., Gamez A., Armelin E., Aleman C., Estrany F. Cellular adhesion and proliferation on poly(3,4-ethylenedioxythiophene): Benefits in the electroactivity of the conducting polymer // *European Polymer Journal*. — 2007. — Vol. 43. — P. 2342–2349. doi:10.1016/j.eurpolymj.2007.03.050.
 24. Draenert G.F., Doeblinger M., Draenert M., Gosau M. High-density polyethylene facial implants show surface oxidation in SEM and EDX examination: A pilot study // *Acta Biomaterialia*. — 2009. — Vol. 5. — P. 1158–1162. doi:10.1016/j.actbio.2008.11.027.
 25. Elmqvist R. et al. Artificial pacemaker for treatment of Adams — Stokes syndrome and slow heart rate // *Am. Heart J.* — 1963. — Vol. 65. — P. 731.
 26. Falk M., Blum Z., Shleev S. Direct electron transfer based enzymatic fuel cells // *Electrochimica Acta*. — 2012. — Vol. 82. — P. 191–202. doi:10.1016/j.electacta.2011.12.133.

27. *Firme C.P., III, Bandaru P.R.* Toxicity issues in the application of carbon nanotubes to biological systems // *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. – 2010. – Vol. 6. – P. 245–256.
28. *Foldvari M., Bagonluri M.* Carbon nanotubes as functional excipients for nanomedicines: I. Pharmaceutical properties // *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. – 2008. – Vol. 4. – P. 173–182. doi:10.1016/j.nano.2008.04.002.
29. *Foldvari M., Bagonluri M.* Carbon nanotubes as functional excipients for nanomedicines: II. Drug delivery and biocompatibility issues // *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. – 2008. – Vol. 4. – P. 183–200. doi:10.1016/j.nano.2008.04.003.
30. *Fu Y., Hu L., Ruan X. and Fu X.* A transcutaneous energy transmission system for artificial heart adapting to changing impedance // *Artificial Organs*. – 2014. doi: 10.1111/aor.12384.
31. *Gacesa P.* Alginates // *Carbohydr. Polym.* – 1988. – Vol. 8. – P. 161–182.
32. *Garbacz H., Pisarek M., Kurzydłowski K.J.* Corrosion resistance of nanostructured titanium // *Biomolecular Engineering*. – 2007. – Vol. 24. – P. 559–563. doi:10.1016/j.bioeng.2007.08.007.
33. *García-Vargas M., González-Chomón C., Magarinos B., Concheiro A., Alvarez-Lorenzo C., Bucio E.* Acrylic polymer-grafted polypropylene sutures for covalent immobilization or reversible adsorption of vancomycin // *International Journal of Pharmaceutics*. – 2014. – Vol. 461. – P. 286–295. doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.11.060.
34. *Gombotz W.R., Wee S.F.* Protein release from alginate matrices // *Adv. Drug Deliv. Rev.* – 1998. – Vol. 31. – P. 267–285.
35. *Goosen M.F.A., O’Shea G.M., Gharapetian H.M., Chou S., Sun A.M.* Optimization of microencapsulation parameters: semipermeable microcapsules as a bioartificial pancreas // *Biotechnol. Bioeng.* – 1985. – Vol. 27. – P. 146–150.
36. *Grätzel M.* Photoelectrochemical cells // *Nature (Material, chemical, physics)*. – 2001. – Vol. 414(6861). – P. 338–344.
37. *Guimard N.K., Gomez N., Schmidt Ch.E.* Conducting polymers in biomedical engineering // *Prog. Polym. Sci.* – 2007. – Vol. 32. – P. 876–921. doi:10.1016/j.progpolymsci.2007.05.012
38. *Hannan M.A., Mutashar S., Samad S.A. and Hussain A.* Energy harvesting for the implantable biomedical devices: issues and challenges // *BioMedical Engineering OnLine*. – 2014. – Vol. 13. – P. 79.
39. *Hayes D.L. and Furman S.* Cardiac pacing: How it started, where we are, where we are going // *Pacing and Clinical Electrophysiology*. – 2004. – Vol. 27. – P. 693–704. doi: 10.1111/j.1540-8159.2004.00515.x.
40. *Hennink W.E., van Nostrum C.F.* Novel crosslinking methods to design hydrogels // *Advanced Drug Delivery Reviews*. – 2002. – Vol. 54. – P. 13–36.
41. *Hélary G, Noirclère F, Mayingi J, Migonney V.* A new approach to graft bioactive polymer on titanium implants: Improvement of MG 63 cell differentiation onto this coating // *Acta Biomaterialia*. – 2009. – Vol. 5. – P. 124–133. doi:10.1016/j.actbio.2008.07.037.
42. *Hong C., Chen J., Chun Z., Zhihua W., Chunsheng L.* Power harvesting with PZT ceramics. – New Orleans: The Int. IEEE Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), 2007. – P. 557–560.
43. *Huaiyu Wang, Dixon T.K. Kwok, Wei Wang, Zhengwei Wu, Liping Tong, Yumei Zhang, Paul K. Chu.* Osteoblast behavior on polytetrafluoroethylene modified by long pulse, high frequency oxygen plasma immersion ion implantation // *Biomaterials*. – 2010. – Vol. 31. – P. 413–419. doi:10.1016/j.biomaterials.2009.09.066.
44. *Jalilian E., Onen D., Neshev E., Mintchev M.P.* Implantable neural electrical stimulator for external control of gastrointestinal motility // *Med. Eng. Phys.* – 2007. – Vol. 29. – P. 238–252.
45. *Jaymand M.* Recent progress in chemical modification of polyaniline // *Progress in Polymer Science*. – 2013. – Vol. 38. – P. 1287–1306. doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.05.015
46. *Karagkiozaki V., Karagiannidis P.G., Gioti M., Kavatzikidou P., Georgiou D., Georgaraki E., Logothetidis S.* Bioelectronics meets nanomedicine for cardiovascular implants: PEDOT-based nanocoatings for tissue regeneration // *Biochimica et Biophysica Acta*. – 2013. – Vol. 1830(9). – P. 4294–4304. doi.org/10.1016/j.bbagen.2012.12.019.
47. *Kayat J., Gajbhiye V., Rakesh Kumar Tekade, Narendra Kumar Jain.* Pulmonary toxicity of carbon nanotubes: a systematic report // *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. – 2011. – Vol. 7. – P. 40–49. doi:10.1016/j.nano.2010.06.008.
48. *Kipke D.R. et al.* Advanced neurotechnologies for chronic neural interfaces: new horizons and clinical opportunities // *J. Neurosci.* – 2008. – Vol. 28. – P. 11830–11838.
49. *Lei Xue, Dengxu Wang, Zhizhou Yang, Yan Liang, Jie Zhang, Shengyu Feng.* Facile, versatile and efficient synthesis of functional polysiloxanes via thiol–ene chemistry // *European Polymer Journal*. – 2013. – Vol. 49. – P. 1050–1056. doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2013.01.017.
50. *Lenaerts B., Puers R.* An inductive power link for a wireless endoscope // *Biosens. Bioelectron.* – 2007. – Vol. 22(7). – P. 1390–1395.

51. *Li B. et al.* Improvement of biological properties of titanium by anodic oxidation and ultraviolet irradiation // *Appl. Surf. Sci.* — 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.04.015>.
52. *Lijia Pan, Guihua Yu, Dongyuan Zhai, Hye Ryoung Lee, Wenting Zhao, Nian Liu, Huiliang Wang, Benjamin C.-K. Tee, Yi Shi, Yi Cui and Zhenan Bao.* Hierarchical nanostructured conducting polymer hydrogel with high electrochemical activity // *PNAS.* — 2012 June 12. — Vol. 109. — No. 24. — P. 9287–9292. doi:10.1073/pnas.1202636109.
53. *Liu L.S., Liu S.Q., Ng S.Y., Froix M., Ohno T., Heller J.* Controlled release of interleukin-2 for tumour immunotherapy using alginate /chitosan porous microspheres // *J. Controlled Release.* — 1997. — Vol. 43. — P. 65–74.
54. *Lopez-Heredia M.A., Sa Y., Salmon P., de Wijn J.R., Wolke J.G.C., Jansen J.A.* Bulk properties and bioactivity assessment of porous polymethylmethacrylate cement loaded with calcium phosphates under simulated physiological conditions // *Acta Biomaterialia.* — 2012. — Vol. 8. — P. 3120–3127. doi.org/10.1016/j.actbio.2012.05.007.
55. *Mandal H.S., Knaack G.L., Charkhkar H., McHail D.G., Kaste J.S., Dumas Th.C., Peixoto N., Rubinson J.F., Pancrazio J.J.* Improving the performance of poly(3,4-ethylenedioxythiophene) for brain–machine interface applications // *Acta Biomaterialia.* — 2014. — Vol. 10. — P. 2446–2454. doi.org/10.1016/j.actbio.2014.02.029.
56. *Meninger S., Mur-Miranda J., Amirtharajah R., Chandrasakan A.P., Lang J.H.* Vibration to electric energy conversion // *IEEE Trans Very Large Scale Integr. (VLSI) Syst.* — 2001. — Vol. 9(1). — P. 48–53.
57. *Murray K.A., Kennedy J.E., McEvoy B., Vrain O., Ryan D., Cowman R., Higginbotham C.L.* The influence of electron beam irradiation conducted in air on the thermal, chemical, structural and surface properties of medical grade polyurethane // *European Polymer Journal.* — 2013. — Vol. 49. — P. 1782–1795. doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2013.03.034.
58. *Nadeem Zafar M., Tasca F., Boland S., Kujawa M., Patel I., Peterbauer C.K., Leech D., Gorton L.* Wiring of pyranose dehydrogenase with osmium polymers of different redox potentials // *Bioelectrochemistry.* — 2010. — Vol. 80. — P. 38–42. doi:10.1016/j.bioelechem.2010.04.002.
59. *Nambiar Sh., Yeow J.T.W.* Conductive polymer-based sensors for biomedical applications // *Biosensors and Bioelectronics.* — 2011. — Vol. 26. — P. 1825–1832. doi:10.1016/j.bios.2010.09.046.
60. *Peretz S., Regev O.* Carbon nanotubes as nanocarriers in medicine // *Current Opinion in Colloid & Interface Science.* — 2012. — Vol. 17. — P. 360–368. doi.org/10.1016/j.cocis.2012.09.001.
61. *Platt S.R., Farritor S., Garvin K., Haider H.* The use of piezoelectric ceramics for electric power generation within orthopedic implants // *IEEE ASME Trans. Mechatron.* — 2005. — Vol. 10(4). — P. 455–461.
62. *Polk A., Amsden B., K. de Yao, Peng T., Goosen M.F.A.* Controlled release of albumin from chitosan-alginate microcapsules // *J. Pharm. Sci.* — 1994. — Vol. 83. — P. 178–185.
63. *Puppi D., Chiellini F., Piras A.M., Chiellini E.* Polymeric materials for bone and cartilage repair // *Progress in Polymer Science.* — 2010. — Vol. 35. — P. 403–440.
64. *Qazi T.H., Rai R., Dippold D., Roether J.E., Schubert D.W., Rosellini E., Barbani N., Boccaccini A.R.* Development and characterization of novel electrically conductive PANI–PGS composites for cardiac tissue engineering applications // *Acta Biomaterialia.* — 2014. — Vol. 10. — P. 2434–2445. doi.org/10.1016/j.actbio.2014.02.023.
65. *Qiong Wang, Ping-Ze Zhang, Dong-Bo Wei, Ruo-Nan Wang, Xiao-Hu Chen, Hai-Yan Wang.* Microstructure and corrosion resistance of pure titanium surface modified by double-glow plasma surface alloying // *Materials and Design.* — 2013. — Vol. 49. — P. 1042–1047. doi.org/10.1016/j.matdes.2013.02.054.
66. *Qi Tang, Jun-Rong Yu, Lei Chen, Jing Zhu, Zu-Ming Hu.* Preparation and properties of morphology controlled poly(2-hydroxyethyl methacrylate) / poly(N-vinyl pyrrolidone) double networks for biomedical use // *Current Applied Physics.* — 2010. — Vol. 10. — P. 766–770. doi:10.1016/j.cap.2009.09.012.
67. *Ramsay M.J., Clark W.W.* Piezoelectric energy harvesting for bio-MEMS applications // In: *Proceeding of the Smart Structures and Materials (SPIE).* — Newport Beach, CA, USA, 2001. — P. 429–438.
68. *Ramírez-Jiménez A., Alvarez-Lorenzo C., Concheiro A., Bucio E.* Temperature-responsiveness and biocompatibility of DEGMA/OEGMA radiation-grafted onto PP and LDPE films // *Radiation Physics and Chemistry.* — 2014. — Vol. 99. — P. 53–61. doi.org/10.1016/j.radphyschem.2014.02.013.
69. *Rapoport B.I., Kedzierski J.T., Sarpeshkar R.* A glucose fuel cell for implantable brain-machine interfaces // *PLoS ONE.* — 2012. — Vol. 7(6). e38436. doi:10.1371/journal.pone.0038436.
70. *Richardson-Burnsa S.M., Hendricks J.L., Foster B., Povlich L.K., Kim Dong-Hwan, Martin D.C.* Polymerization of the conducting polymer poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) around living neural cells // *Biomaterials.* — 2007. — Vol. 28. — P. 1539–1552. doi:10.1016/j.biomaterials.2006.11.026.
71. *Sauer C., Stanacevic M., Cauwenberghs G., Thakor N.* Power harvesting and telemetry in CMOS for implanted devices // *IEEE Trans Circuits Syst I, Reg. Papers.* — 2005. — Vol. 52(12). — P. 2605–2613.

72. *Sergent F., Desilles N., Lacoume Y., Tuech J.-J., Marie J.-P., Bunel C.* Biomechanical analysis of polypropylene prosthetic implants for hernia repair: an experimental study // *The American Journal of Surgery.* – 2010. – Vol. 200. – P. 406–412. doi:10.1016/j.amjsurg.2009.09.024.
73. *Shaban A., Manuel G., Chafiaa H., Eric S., Christian R.* Self-powered instrumented knee implant for early detection of postoperative complications / In: *Proceeding of the 32nd Annual International Conference of the IEEE (EMBS).* Buenos Aires, Argentina, 2010. – P. 5121–5124.
74. *Shi M., Kretlow J.D., Nguyen A., Young S., L. Baggett S., Wong M.E., Kasper F.K., Mikos A.G.* Antibiotic-releasing porous polymethylmethacrylate constructs for osseous space maintenance and infection control // *Biomaterials.* – 2010. – Vol. 31. – P. 4146–4156. doi:10.1016/j.biomaterials.2010.01.112.
75. *Sohn J.W., Choi S.B., Lee D.Y.* An investigation on piezoelectric energy harvesting for MEMS power sources // *J. Mech. Eng. Sci.* – 2005. – Vol. 219(4). – P. 429–436.
76. *Spampinato V., Ceccone G., Rossi F., Torres-Costa V., Manso-Silvan M., Martel B.* Porous silicon-cyclodextrin based polymer composites for drug delivery applications // *Carbohydrate Polymers.* – 2014. – Vol. 110. – P. 238–252. doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.04.002.
77. *Stanfield J.R., Bamberg S.* Durability evaluation of biopolymer coating on titanium alloy substrate // *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* – 2014. – Vol. 35. – P. 9–17. doi.org/10.1016/j.jmbbm.2014.03.003.
78. *Strasser M., Aigner R., Lauterbach C., Sturm T.F., Franosch M., Wachutka G.* Micromachined CMOS thermoelectric generators as on-chip power supply // *Sensor Actuat. A-Phys.* – 2004. – Vol. 114(2–3). – P. 362–370.
79. *Tashiro R.N., Kabei K., Katayama Y., Ishizuka F., Tsuboi K., Tsuchiya B.* Development of an electrostatic generator that harnesses the motion of a living body // *Int. J. Jpn. Soc. Mech. Eng.* – 2000. – Vol. 43. – P. 916–922.
80. *Tomic S.L., Micic M.M., Dobic S.N., Filipovic J.M., Suljovrujic E.H.* Smart poly(2-hydroxyethyl methacrylate/itaconic acid) hydrogels for biomedical application // *Radiation Physics and Chemistry.* – 2010. – Vol. 79. – P. 643–649. doi:10.1016/j.radphyschem.2009.11.015.
81. *Tomoaia G., Mocanu A., Vida-Simiti I., Jumate N., Bobos L.-D., Soritau O., Tomoaia-Cotisel M.* Silicon effect on the composition and structure of nanocalcium phosphates In vitro biocompatibility to human osteoblasts // *Materials Science and Engineering C.* – 2014. – Vol. 37. – P. 37–47. doi.org/10.1016/j.msec.2013.12.027.
82. *Tran Ph.A., Zhang L., Webster Th.J.* Carbon nanofibers and carbon nanotubes in regenerative medicine // *Advanced Drug Delivery Reviews.* – 2009. – Vol. 61. – P. 1097–1114. doi:10.1016/j.addr.2009.07.010.
83. *Vaadia E. & Birbaumer N.* Grand challenges of brain computer interfaces in the years to come // *Front. Neurosci.* – 2009. – Vol. 3. – P. 151–154.
84. *Vaitkuviene A., Ratautaite V., Mikoliunaite L., Kaseta V., Ramanauskaite G., Biziuleviciene G., Ramanaviciene A., Ramanavicius A.* Some biocompatibility aspects of conducting polymer polypyrrole evaluated with bone marrow-derived stem cells // *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.* – 2014. – Vol. 442. – P. 152–156. doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.06.030
85. *Vostiar I., Ferapontova E.E., Gorton L.* Electrical «wiring» of viable *Gluconobacter oxydans* cells with a flexible osmium-redox polyelectrolyte // *Electrochemistry Communications.* – 2004. – Vol. 6. – P. 621–626. doi:10.1016/j.elecom.2004.04.017.
86. *Wang N., Trunfio-Sfarghiu A.-M., Portinha D., Descartes S., Fleury E., Berthier Y., Rieu J.-P.* Nanomechanical and tribological characterization of the MPC phospholipid polymer photografted onto rough polyethylene implants // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces.* – 2013. – Vol. 108. – P. 285–294. doi.org/10.1016/j.colsurfb.2013.02.011.
87. *Wei-Wen Hu, Yi-Ting Hsu, Yu-Che Cheng, Chuan Li, Ruoh-Chyu Ruaan, Chih-Cheng Chien, Chih-Ang Chung, Chia-Wen Tsao.* Electrical stimulation to promote osteogenesis using conductive polypyrrole films // *Materials Science and Engineering C.* – 2014. – Vol. 37. – P. 28–36. doi.org/10.1016/j.msec.2013.12.019.
88. *Xuefeng Zhou, Tianzhu Zhang, Dawei Guo, Ning Gu.* A facile preparation of poly(ethylene oxide)-modified medical polyurethane to improve hemocompatibility // *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.* – 2014. – Vol. 441. – P. 34–42. doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.08.070.
89. *Yangping Wen, Jingkun Xu, Dong Li, Ming Liu, Fangfang Kong, Haohua He.* A novel electrochemical biosensing platform based on poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate) composites // *Synthetic Metals.* – 2012. – Vol. 162. – P. 1308–1314. doi:10.1016/j.synthmet.2012.03.004.
90. *Yijie Xia, Hongmei Zhang and Jianyong Ouyang.* Highly conductive PEDOT:PSS films prepared through a treatment with zwitterions and their application in polymer photovoltaic cells // *J. Mater. Chem.* – 2010. – Vol. 20. – P. 9740–9747. DOI: 10.1039/c0jm01593h.
91. *Yi Zhang, Yuhong Bai, Bing Yan.* Functionalized carbon nanotubes for potential medicinal applications // *Drug Discovery Today.* – 2010. – Vol. 15(11–12). – P. 428–435. doi:10.1016/j.drudis.2010.04.005.
92. *Yue Zh., Moulton S.E., Cook M., O'Leary S., Wallace G.G.* Controlled delivery for neuro-bionic devices // *Advanced Drug Delivery Reviews.* – 2013. – Vol. 65. – P. 559–569. doi:10.1016/j.addr.2012.06.002.

POWER SUPPLY DEVICES FOR MEDICAL IMPLANTS AND MATERIALS FOR THEIR CONSTRUCTION

G.U. BADRANOVA¹, P.M. GOTOVTSEV¹, A.A. SHAPOVALOVA¹,
N.A. PRONINA^{1,3}, A.N. RESHETILOV^{1,2}, R.G. VASILOV¹

¹ *National Research Centre «Kurchatov Institute», Moscow;*

² *G.K. Scriabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, Pushchino, Moscow region;*

³ *Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow*

This article provides an overview of current trends to date to create implantable devices for power medical implants. The analysis of modern approaches to solving this problem was performed. The achievements to date of such power generating devices and the main sources of energy for them were noted. The main directions of development in accordance with the literature data presented in review were identified. Also, analysis of materials that can be used to create implanted generators was given. Their main characteristics and methods of preparation have been brought.

Keywords: glucose fuel cells, implantable devices, glucose metabolism, conductive polymers.

СОБЫТИЯ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ 2014 ГОДА*

КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

X Научная конференция с международным участием «Генетика человека и патология: проблемы эволюционной медицины» (Томск, 15–17 октября 2014 г.)

15–17 октября 2014 года в Томске, в НИИ медицинской генетики Томского научного центра СО РАМН прошла X Научная конференция с международным участием «Генетика человека и патология: проблемы эволюционной медицины». Основными направлениями конференции были: популяционная и эволюционная генетика; генетика распространенных болезней; генетические основы персонализированной медицины; постгеномные технологии; медико-генетическое консультирование. Были заслушаны лекции известных специалистов, организована школа для медицинских генетиков и молодых ученых, устроена выставка медицинского и лабораторного оборудования.

Ежегодная Всероссийская научная школа-семинар «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине 2014» (Саратов, 5–7 ноября 2014 г.)

5–7 ноября 2014 года в Саратове, в СГАУ им. Н.И. Вавилова состоялась Ежегодная Всероссийская научная школа-семинар «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине 2014».

VI Международная школа молодых ученых по молекулярной генетике «Геномика и системная биология» (16–21 ноября 2014 г.)

16–21 ноября 2014 года в Московской области на базе пансионата «Звенигородский» состоялась Шестая Международная школа молодых ученых по молекулярной генетике «Геномика и системная биология». Организатор школы — Институт молекулярной генетики РАН. Школа проводится один раз в два года, начиная с 2004 г. Были рассмотрены следующие темы: общая и функциональная

геномика, роль геномных исследований в эволюционной биологии, геномика и основные клеточные процессы, ферментные системы и их регуляция.

Международная научно-практическая конференция: «Биотехнология: реальность и перспективы» (Саратов, 1–3 декабря 2014 г.)

1–3 декабря 2014 года в Саратове на базе ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» была проведена Международная научно-практическая конференция: «Биотехнология: реальность и перспективы». Состоялись секционные заседания, на которых обсуждались темы: биотехнологии в сельскохозяйственном и пищевом производстве; биотехнологии в ветеринарии и медицине; экологические аспекты биотехнологии и охрана окружающей среды. В рамках конференции были организованы парасессионные мероприятия, в их числе выставка-форум «СаратовБИО-2014», круглый стол «Современные биотехнологии и АПК» и др.

3-й Глобальный регулярный биотехнологический конгресс-2014 (Нагпур, 1–5 декабря 2014 г.)

1–5 декабря 2014 года в Нагпуре (Индия) состоялся 3-й Глобальный регулярный биотехнологический конгресс-2014 — 3rd Global Sustainable Biotech Congress (GSBC)-2014. Были обсуждены следующие вопросы:

- Сельскохозяйственная, микробная биотехнология и биоразнообразие.
- Генетическая инженерия и синтетическая биология.
- Культура клеток животных.
- Молекулярные методы и биохимическая инженерия.
- Трансгенные растения и технология тканевых культур.
- Биоэнергетика, биотопливо, био завод и биогаз.
- Морская биотехнология и цианобактериология.
- Системная биология, метаболическая инженерия и ферментная технология.
- Фармацевтическая биотехнология и фармакогеномика.

* Материал подготовлен О.В. Воробьевой

- Пробиотики, функциональное питание и нутрицевтики.
- Биочипы и интерактомика.
- Геномика, протеомика, метаболомика и транскриптомика.
- Нанобиотехнология, биофизика и биостатистика.
- Зеленая химия, мониторинг и контроль загрязнений окружающей среды.
- Лекарственная, иммунологическая и токсикологическая биология.

**Отчетная конференция по подпрограмме
«Динамика и сохранение генофондов»
(Москва, 2 декабря 2014 г.)**

2 декабря 2014 года в Москве, в ФГБУН «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова» РАН была организована отчетная конференция по подпрограмме «Динамика и сохранение генофондов». Куратор данной подпрограммы — член-корреспондент РАН И.А. Захаров-Гезехус. Были заслушаны и обсуждены более 20 докладов по следующим вопросам: динамика генофондов природных популяций, инвентаризация и сохранение генофондов домашних животных и культурных растений, современные технологии преобразования генофондов, генетическая безопасность. Среди докладчиков — такие известные специалисты, как С.Г. Инге-Вечтомов, Э.К. Хуснутдинова и др. На стенде были представлены отчетные материалы.

**30-е Энгельгардтовское чтение
(Москва, 4 декабря 2014)**

4 декабря 2014 года в Москве, в конференц-зале Института молекулярной биологии состоялось 30-е Энгельгардтовское чтение. С лекцией «The role of stem cells and DNA damage in organismal aging» выступил профессор К. Lenhard Rudolph (Leibniz Institute for Age Research — Fritz Lipmann Institute). Примечательно, что мероприятие состоялось в день 120-летия со дня рождения знаменитого ученого.

**Международная конференция
«Протеомика — от открытия к функции»
(Бомбей, 7—9 декабря 2014 г.)**

7—9 декабря 2014 года в Бомбее состоялась Международная конференция «Протеомика — от открытия к функции». Она прошла на базе Индийского

технологического института вместе с 6-м Ежегодным собранием Общества протеомики. Были также организованы тренинги.

**Совместное рабочее совещание Комитета Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям и Общества биотехнологов России «Законодательные, научно-методические и организационные аспекты развития биотехнологии в регионах РФ»
(Пушино, 11 декабря 2014 г.)**

11 декабря 2014 года в Пушино Московской области на базе Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова состоялось Совместное рабочее совещание Комитета Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям и Общества биотехнологов России «Законодательные, научно-методические и организационные аспекты развития биотехнологии в регионах РФ».

В мероприятии приняли участие депутаты Государственной Думы, представители федеральных органов исполнительной власти, органов представительной и исполнительной власти субъектов Российской Федерации, представители Российской академии наук, ведущих научных и образовательных организаций и бизнес-общества.

Биотехнологии относятся к числу приоритетных отраслей развития экономики, поскольку охватывают практически все сферы жизнедеятельности человека и могут обеспечить национальную безопасность страны. За счет расширения биоэкономики появляются дополнительные возможности решения таких важнейших проблем, как:

- нехватка продовольствия, связанная с ростом населения;
- истощение ископаемых минеральных ресурсов;
- загрязнение окружающей среды;
- улучшение качества жизни, в том числе за счет повышения эффективности медицинской помощи и социального обеспечения.

В России становление биотехнологий и построение на их основе биоэкономики является одним из приоритетных направлений развития. В 2012 году утверждена Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 г., в 2013 году утверждена «дорожная карта» по развитию биотехнологий и геномной инженерии.

Перед страной поставлена цель — к 2020 году выйти на объем биоэкономики в размере около 1% валового внутреннего продукта, а к 2030 году — 3%.

На совещании обсуждались подходы к разработке стратегии развития биоэкономики. Важнейшей характеристикой развития биоэкономики является сочетание кластерного подхода и государственно-частного партнерства.

Рассматривались конкретные вопросы реализации комплексной программы развития биотехнологии БИО2020, формирования региональных биотехнологических кластеров и межрегиональной кооперации, взаимодействия с федеральными органами исполнительной власти.

Участники совещания отметили, что необходим постоянный продуктивный диалог ученых, представителей бизнеса и власти не только на федеральном, но и на региональном уровнях.

Недостаточно проработанное законодательство в области биотехнологии создает риск невозможности возврата России на лидирующие позиции в мировом рейтинге стран, идущих по пути инновационного развития.

Главным подходом в работе по формированию полноценной нормативно-правовой и законодательной базы дальнейшего развития биотехнологий должна стать ориентация на создание благоприятной среды для развития науки, высокотехнологичного производства, бизнеса начиная с регионального уровня.

Президиум совещания — председатель Комитета Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям, академик РАН и РАМН В.А. Черешнев, мэр г. Пущино И.В. Савинцев, председатель Пущинского научного центра, академик РАН А.И. Мирошников, президент Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова, профессор Р.Г. Василев.

Совещание открыли В.А. Черешнев, И.В. Савинцев, А.И. Мирошников, которые поприветствовали участников и обозначили главный предмет обсуждения, — перспективы развития биотехнологии на региональном уровне. В ходе совещания был заслушан ряд докладов.

В прениях выступили:

Эркенов А.Ч. (депутат ГД ФС РФ, член Комитета Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям), который остановился на значении государственно-частного партнерства при реализации инновационных и инвестиционных проектов.

Дегтярев М.В. (депутат ГД ФС РФ, заместитель председателя Комитета Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям) подчеркнул значение развития биотехнологии в аспекте национальной безопасности.

Василев Р.Г. (президент Общества биотехнологов России) рассмотрел основные проблемы, связанные с осуществлением поддержки биотехнологического направления, сделав акцент на законодательном обеспечении, недавних государственных и общественных мероприятиях на федеральном и региональном уровнях и проанализировав результативность проделанной работы.

Кузнецов А.Б. (заместитель председателя Правительства Кировской области) информировал об итогах целенаправленных мероприятий по развитию биотехнологии в Кировском регионе.

Калакуцкий Л.В. (член-корреспондент РАН, Институт физиологии и биохимии микроорганизмов, Пущино) остановился на вопросе о правовом обеспечении генетических ресурсов (Картахенский и Нагойский протоколы, Будапештский договор).

Казеев И.В. (заместитель начальника отдела наук о жизни и мирового океана Департамента науки и технологий Минобрнауки России) подчеркнул роль федеральных целевых программ в бюджетном финансировании биотехнологических проектов.

Бебуров М.Ю. (ГосНИИгенетика) проанализировал актуальные проблемы, возникающие в ходе развития промышленной биотехнологии в стране, на примере различных региональных проектов.

Паштецкий В.С. (Институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Республика Крым) обратил внимание на перспективные разработки крымских специалистов в области сельскохозяйственной биотехнологии.

Рябушко В.И. (Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Севастополь, Республика Крым) сделал предложения по законодательным инициативам в сфере развития морских биотехнологий на черноморском побережье Юга России.

Туруло В.Н. (Биотехнологический кластер Кировской области) внес предложения о принятии законов о государственно-частном партнерстве, о промышленной политике, о долгосрочной стратегии планирования, а также рассказал о приоритетных биотехнологических направлениях Кировской области.

Масленников С.И. (Институт биологии моря ДВО РАН, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток) указал на значимость развития морской биотехнологии на Дальнем Востоке, включая аква- и марикультуры, с решением вопросов законодательного регулирования.

Был сделан также ряд предложений от представителей других регионов. По результатам со-

стоявшегося совещания были приняты следующие рекомендации.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Рабочего совещания на тему «Законодательное обеспечение развития биотехнологий в регионах Российской Федерации»

Филиал Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова
Пушино, Московская область, 11 декабря 2014 г.

Организаторы

- Комитет Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям.
- Общероссийская общественная организация «Общество биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова».
- Филиал ФГБУН Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (ФИБХ РАН).

Проведя с участием депутатов Государственной Думы, представителей федеральных органов исполнительной власти, исполнительных и законодательных органов власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, руководителей научно-исследовательских учреждений, коммерческих и некоммерческих предприятий, общественных организаций, средств массовой информации обсуждение актуальных вопросов формирования законодательной и нормативной базы в области биотехнологической промышленности, участники рабочего совещания отмечают следующее.

Биотехнологии относятся к числу приоритетных отраслей развития экономики, поскольку охватывают практически все сферы жизнедеятельности человека и могут обеспечить национальную безопасность страны. За счет расширения биоэкономики появляются дополнительные возможности решения таких важнейших проблем, как:

- нехватка продовольствия, связанная с ростом населения;
- исчерпание ископаемых минеральных ресурсов;
- загрязнение окружающей среды;
- улучшение качества жизни, в том числе за счет повышения эффективности медицинской помощи и социального обеспечения.

В Российской Федерации в последние годы прилагаются большие усилия для развития этого направления.

Стратегическим документом, определяющим политику Российской Федерации в биотехнологическом секторе экономики, является Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года («БИО2020»), утвержденная Правительством Российской Федерации (№ 1853п-П8 от 24 апреля 2012 г.).

В соответствии с комплексной программой «БИО2020» планируется формирование нового сектора экономики страны — биоэкономики, основанного на внедрении современных биотехнологий в большинство отраслей народного хозяйства: медицину и здравоохранение, сельское и лесное хозяйство, пищевую и химическую промышленность, энергетику, охрану окружающей среды и др. Механизмом реализации программы является государственно-частное партнерство, предполагающее активное участие государственных органов, бизнес-структур, научного сообщества и общественных организаций. Большая роль в этом процессе отводится технологическим платформам как форме организации такого сотрудничества. Технологические платформы «Медицина будущего», «Биотех2030», «Биоэнергетика», «Продовольствие» и др. разработали технологические форсайты, стратегические программы исследований.

В 2013 году Правительством Российской Федерации разработан и утвержден план мероприятий («дорожные карты») «Развитие биотехнологий и геномной инженерии» (№ 1247-р от 18 июля 2013 г.). Реализация «дорожной карты» осуществляется как с помощью общесистемных мер развития сферы биотехнологий, так и мероприятий по развитию приоритетных секторов указанной сферы, включая: биофармацевтику, биомедицину, промышленную биотехнологию, биоэнергетику, агропищевую биотехнологию, лесную биотехнологию, природоохранную (экологическую) биотехнологию.

В современных условиях усложнения международной ситуации и сокращения возможностей по трансферу передовых западных технологий, значительно возрастает актуальность развития отечественной научно-технологической и производственной базы биоиндустрии, способной обеспечить продовольственную и лекарственную безопасность страны, производство на принципах импортозамещения востребованных биопродуктов для сельского хозяйства, промышленности, экологии и др.

Недостаточно проработанное законодательство в области биотехнологии создает риск невозможности возврата России на лидирующие позиции в мировом рейтинге стран, идущих по пути инновационного развития.

Главным подходом в работе по формированию полноценной нормативно-правовой и законодательной базы дальнейшего развития биотехнологий должна стать ориентация на создание благоприятной среды для развития науки, высокотехнологичного производства, бизнеса начиная с регионального уровня. Принципиально важным является то, что регионы Российской Федерации обладают уникальными возможностями для развития биотехнологических производств, которые обеспечат миллионы рабочих мест и будут способствовать развитию регионов.

В ряде регионов вопросы биотехнологий нашли свое отражение в Стратегиях социально-экономического развития. Утверждена стратегия социально-экономического развития Приволжского федерального округа до 2020 года. В данном округе большая часть предприятий биотехнологической, фармацевтической и медицинской промышленности сосредоточена в Нижегородской, Пензенской и Кировской областях, Республиках: Башкортостан, Татарстан и Мордовия.

Одним из инструментов модернизации экономики, в т.ч. в области биотехнологий является развитие кластерной инфраструктуры. Одним из первых регионов, начавших использование кластерного подхода в управлении региональным развитием стала Калужская область, в которой создан кластер фармацевтики, биомедицины и биотехнологий.

В Омской области реализуется крупный проект в сфере биоэнергетики и биотехнологий.

В Новосибирской области в целях реализации политики по развитию инновационной системы на территории научно-технологического парка в сфере биотехнологий в рабочем поселке Кольцово создан Совет при Губернаторе области, одна из его задач — содействие привлечению инвестиций для реализации, в т.ч. на принципах государственно-частного партнерства, приоритетных инновационных проектов.

В Томске, благодаря мероприятиям Техно-внедренческой зоны и Технологической платформы «Медицина будущего», сосредоточены компетенции в области фармации и клинической фармакологии, уникальные возможности медицинского материаловедения, что нашло отражение в стратегии кластерного развития территории. Алтайский край обладает значительной сырьевой базой для развития биотехнологий. Ведется работа по созданию Алтайского биофармацевтического кластера.

Все эти проекты требуют скоординированной работы всех федеральных органов исполнительной власти вместе с регионами.

Участники совещания отметили, что необходим постоянный продуктивный диалог ученых, представителей бизнеса и власти не только на федеральном, но и на региональном уровне.

На основании изложенного участники рабочего совещания рекомендуют:

1. Государственной Думе, Совету Федерации Федерального Собрания Российской Федерации:

1.1. Учитывая исключительную важность ускоренного развития биотехнологии для экономики и социальной сферы, обеспечить создание свода законодательных актов в данной области на федеральном и региональном уровнях.

1.2. Принять участие в разработке проектов федеральных законов по реализации Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года, в том числе:

- Федерального закона «О государственной политике Российской Федерации в сфере биотехнологии»;
- Федерального закона «О генетических ресурсах растений»;
- Федерального закона «О развитии производства и потребления биологических видов топлива»;
- Федерального закона «Об органическом земледелии»;
- Федерального закона «О защите животных, используемых в научных целях».

1.3. Продолжить работу по совершенствованию законодательного обеспечения по актуальным направлениям биотехнологии, включая:

- Законодательные акты о биоресурсных центрах;
- Законодательные акты о биомедицинских клеточных технологиях;
- Законодательные акты о регулировании выращивания ГМО;
- Законодательные акты об аква- и марикультуре;
- Законодательные акты о возобновлении лесов.

1.4. Принять участие в разработке законопроектов, регулирующих приоритетное развитие биотехнологии в Республике Крым и г. Севастополе, включая обеспечение правопреемственности интеллектуальной собственности на основе российского законодательства и целевую поддержку перспективных региональных биотехнологических проектов;

1.5. Внести изменения в Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (№ 44-ФЗ от 05.04.2013) с целью исключения из сферы его действия научные организации.

2. Правительству Российской Федерации:

2.1. Обеспечить приоритетную поддержку выполнения Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденную Правительством России 24.04.2012 г.

2.2. С целью обеспечения ускоренного развития отечественной биоиндустрии, решения проблемы импортозамещения, снабжения населения жизненно важной биотехнологической продукцией (лекарства, продовольствие и др.) рассмотреть вопрос о создании Национального исследовательского центра по биотехнологии на базе Пущинского научного центра, обладающего соответствующей инфраструктурой, кадрами и образовательными учреждениями. Возложить на этот центр функцию координатора научных и инженерно-технических работ в области биотехнологии в масштабах страны.

2.3. Создать Дальневосточный биотехнологический кластер с приоритетным направлением мари- и аквакультуры, ориентированный на решение вопросов продовольственной безопасности.

2.4. Принять комплекс мер по целевой поддержке технологических платформ в сфере биотехнологии: «Медицина будущего», «Биотех2030», «Биоэнергетика».

3. Органам государственной власти субъектов Российской Федерации:

3.1. Обеспечить нормативно-правовую, организационную и экономическую поддержку учреждениям и организациям, осуществляющим деятельность в сфере биотехнологий.

3.2. Для формирования полноценной структуры биоэкономики в России создавать на своей территории пилотные, опытно-промышленные, промышленные предприятия, инжиниринговые компании, центры масштабирования и отработки технологий применения биотехнологических продуктов.

3.3. Считать целесообразным формирование и реализацию целевых региональных программ в области биотехнологии и биоэкономики с перспективой создания территориальных биотехнологических кластеров и биорегионов.

*Председатель Комитета В.А. Черешнев,
Президент Общества биотехнологов России
им. Ю.А. Овчинникова Р.Г. Василев,
Председатель Пущинского научного Центра
А.И. Мирошников*

**VIII съезд Общества биотехнологов России
им. Ю.А. Овчинникова
(Пущино, 11 декабря 2014 г.)**

11 декабря 2014 года в Пущино Московской области, в Институте биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова был организован VIII съезд Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова.

Повестка дня съезда традиционно включала в себя следующие пункты: отчет Центрального правления, отчет ревизионной комиссии, выборы руководящих органов Общества.

С отчетным докладом выступил президент Общества Р.Г. Василев. Он сообщил об основных мероприятиях за отчетный период 2013–2014 гг. В составе Общества функционируют 59 региональных отделений.

Деятельность общества осуществляется по различным направлениям. На федеральном уровне обеспечивается участие в технологической платформе «Биоэнергетика». Важным разделом работы является взаимодействие с Комитетом Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям: проведены парламентские слушания и круглые столы по клеточным технологиям, ГМО и др.

На региональном уровне поддерживается деятельность по созданию региональных биотехнологических программ и проведению конференций и симпозиумов.

Реализуется информационная и издательская деятельность (функционирует сайт, выходит ежеквартальный журнал).

Состоялось обсуждение доклада президента Общества. Работа признана удовлетворительной.

Затем был заслушан отчетный доклад ревизионной комиссии, деятельность которой была одобрена.

Состоялись выборы руководящих органов Общества. Центральное правление было выбрано в составе 9 человек. Председателем правления был избран академик РАН А.И. Мирошников, президентом — профессор Р.Г. Василев. Была избрана ревизионная комиссия в составе 3 человек.

**Школа-конференция «Биохимия, физиология и
биосферная роль микроорганизмов»
(Пущино, 11–12 декабря 2014 г.)**

11–12 декабря 2014 года в Пущино, в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина прошла Школа-конференция «Биохимия, физиоло-

гия и биосферная роль микроорганизмов». Ее участниками были студенты, магистранты, аспиранты, молодые ученые.

ПУБЛИКАЦИИ

Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т. 3: Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия / Научн. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. — Минск: Беларуская навука, 2012. — 489 с.

Настоящий коллективный труд, подготовленный учеными Белорусского общества генетиков и селекционеров, выходит с 2008 г. (к 2012 году вышли тома 1 и 2) и посвящен обобщению опыта применения генетических методов в совершенствовании частной селекции растений.

В третьем томе отражены результаты исследований по генетике морфогенеза *in vitro* у таких культур, как пшеница, томат, лен, ячмень и тритикале. Генетические исследования явления гаплоидии представлены работами по пшенице, томату, тритикале, картофелю, сахарной свекле. Освещены вопросы соматической гибридизации и селекции *in vitro* у картофеля. Отдельная глава представлена анализом данных по размножению *in vitro* плодовых и ягодных культур. Рассматривается использование методов гаметной селекции у самоопылителей — томата и люпина. Значительное место отведено результатам работы по клональному микроразмножению растений. В отдельной главе отражены результаты использования биотехнологических методов у лесных культур.

Монография рассчитана на научных работников области генетики и селекции растений, преподавателей и студентов биологических и сельскохозяйственных вузов, специалистов сельского хозяйства.

Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т. 4: Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия / Научн. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. — Минск: Беларуская навука, 2014. — 653 с.

Продолжающееся 4-томное издание: к 2014 году вышли 3 тома. В четвертом томе отражены результаты исследований по разработке и применению маркер-сопутствующего отбора таких важных в хозяйственном отношении культур, как пшеница, ячмень, кукуруза, рожь, тритикале, соя, рапс, лен, томат, картофель, сахарная свекла, яблоня, груша, лесные и декоративные культуры. Показана возможность повышения эффективности отбора и ускорения селекции по хозяйственно ценным

признакам у этих культур. Представлены результаты по использованию ДНК-маркеров для целей паспортизации культивируемых в Беларуси сортов растений. Также том включает материалы, отражающие состояние проблемы трансгенеза растений и пути генетической трансформации, и результаты научных исследований по разработке методов генетической трансформации и получению первичных трансгенных растений картофеля, льна, а также модельных растений табака и арабидопсиса.

Монография рассчитана на научных работников области генетики и селекции растений, преподавателей и студентов биологических и сельскохозяйственных вузов, специалистов сельского хозяйства.

Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: Учебное пособие. — М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. — 318 с.

Учебное пособие профессора кафедры генетики и биотехнологии Российского государственного аграрного университета — Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева Е.А. Калашниковой «Клеточная инженерия растений». Оно отражает современное состояние развития биотехнологии и ее фундаментальной основы — клеточной и тканевой биотехнологии в растениеводстве.

Ригден Д.Дж. (Ред.). Структура и функционирование белков: Применение методов биоинформатики. — М.: Издательская группа URSS, 2014. — 424 с.

Книга «Структура и функционирование белков: Применение методов биоинформатики» представляет собой уникальный обзор современного состояния вопросов моделирования структуры белков и предсказания их функции. Книга написана ведущими специалистами в своей области, прекрасно иллюстрирована и содержит ссылки на доступные серверы и другие ресурсы, которые читатель, возможно, захочет использовать в своей научной работе. В конце каждой главы описываются перспективы развития и наиболее актуальные проблемы соответствующих областей науки.

На сегодняшний день научное сообщество довольно близко подошло к объяснению явлений, природа которых до недавних пор была не ясна, — таких как обмен доменов, круговая перестановка, образование фибрилл, белки с присущей неупорядоченностью и многими другими. В 2008 году мы сталкиваемся с метаморфными белками, исследование которых может значительно по-

способствовать нашему пониманию пространства типов укладки белков. И несмотря на то, что структуры белков непрерывно готовят нам новые трудности, совершенно ясно, что биоинформатика структуры и функции белков на протяжении многих лет будет оставаться одной из самых востребованных и волнующих областей исследований.

Книга рассчитана на студентов, аспирантов и специалистов, интересующихся вопросами молекулярного моделирования и биоинформатики.

Грибов Л.А., Баранов В.И. От молекул к жизни. Изд. 2-е, стереотип. — М.: Издательская группа URSS, 2013. — 208 с.

В настоящей монографии рассмотрен вопрос о том, на какой стадии усложнения объектов материального мира появляются такие свойства этих объектов, которые в дальнейшем проявляются как необходимые для существования самого феномена жизни. Прежде всего это относится к приему и преобразованию информации (в частности, нечетко заданной — в четкую) вплоть до распознавания образов и обучения, накоплению энергии и ее выделению за малый промежуток времени (скачок мощности) и др. Сделан вывод о решающей роли громадного разнообразия возможных структурно-изомерных форм молекул как фактора ускорения эволюционного процесса перехода от простого к более сложному. Специально обсуждена проблема взаимодополнительности случайности и детерминизма, многообразия и индивидуальности, феноменов жизни и смерти как необходимых составляющих, обеспечивающих само существование биосферы. Изложены некоторые базовые положения теории молекулярных превращений, позволяющей не только объяснить обсуждаемые свойства молекулярных объектов на качественном уровне, но и достаточно детально проанализировать их количественно. Тем самым указывается на перспективу перехода к новому этапу изучения астрофизических и биофизических проблем.

Книга рассчитана на широкий круг научных работников, аспирантов и студентов старших курсов естественно-научных вузов — физиков, химиков, биологов и др.

Tomar S. Handbook of Genetics and Biotechnology: Revised and Expanded 2nd ed. — 2014. — 1128 p.

В книге содержится 26 глав, более 5000 вопросов с ответами и довольно обширный глоссарий, охватывающий рассматриваемые темы. Каждая глава освещает предмет

и включает в себя вопросы, необходимые для подготовки к экзаменам. Наименование глав: Введение в генетику и биотехнологию. Клетки, их развитие и деление. Мендель и его открытия. Распространение и исключения из законов Менделя. Генетическое картирование и генетическое регулирование у прокариот. Генетическое картирование и генетическое регулирование у эукариот. Генетический трансфер у бактерий и бактериофагов. Детерминация и развитие пола. Хромосомы. Изменение структуры и числа хромосом. Структура и репликация ДНК. Генная транскрипция и модификация РНК. Трансляция мРНК. Химия гена. Технология генной мутации и восстановления ДНК. Рекомбинация и транспозиция на молекулярном уровне. Технология рекомбинантной ДНК. Анализ генома и его использование. Функциональная геномика, протеомика и биоинформатика. Геномика и будущее. Генетика рака. Генетика развития. Количественная генетика. Популяционная генетика. Эволюционная генетика. Сопутствующее чтение.

Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство. — Саратов, 2013. — 84 с.

В учебно-методическое пособие включены работы для практикума по молекулярной биологии. Каждая работа содержит краткие теоретические сведения, информацию о необходимом оборудовании и материалах, данные о подготовке растворов реагирующих веществ и методике проведения эксперимента. Для студентов биологического факультета и факультета nano- и биомедицинских технологий.

Ярилин А.А. Иммунология. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 752 с.

Предисловие автора. Книга «Иммунология» первоначально задумывалась как переработанный и обновленный вариант учебника «Основы иммунологии», вышедшего более десяти лет тому назад (в 1999 г.) в издательстве «Медицина». Однако изменения, которые произошли за этот срок в иммунологии, столь глубоки, что потребовали не просто обновления или дополнения старого текста новыми сведениями, а создания новой книги. В этом читатель сможет убедиться, сопоставляя структуры старой и новой книг или, проще, сравнивая их оглавления.

Задача, которую ставил перед собой автор, состояла в создании систематизированного свода современных иммунологических знаний, приемлемого как для

начинающих изучать иммунологию, так и для опытных иммунологов. Учитывая значительную степень сложности этой науки, ее многочисленные пересечения со смежными фундаментальными научными дисциплинами, эта задача во всей ее полноте выглядит практически неразрешимой. Однако может быть избрана некая степень приближения к этому идеалу, определяемая возможностями охвата «иммунологического поля» самим автором и соблюдения баланса полноты описания и доступности изложения.

При написании учебника «Иммунология», претендующего на отражение современного состояния науки, возникает еще одна проблема: темп развития науки в наше время очень стремителен и можно не сомневаться, что уже через 5 лет книга будет выглядеть, по крайней мере в некоторых ее разделах, устаревшей. Избежать этого невозможно, и единственным выходом из положения может служить периодическое переиздание книги с внесением изменений хотя бы по узловым вопросам.

Сосредотачивая внимание на последних достижениях науки, не следует, однако, забывать о существовании другой задачи, менее подверженной веяниям времени и, возможно, более существенной, чем отражение последних новаций. Эта задача (на этот раз вполне соответствующая требованиям к учебникам) состоит в выявлении стабильных устоев данной конкретной науки, наиболее существенных ее составляющих, которые мало изменяются со временем. Именно эти устои определяют индивидуальный «портрет» науки. Следует отметить, что уникальная особенность иммунологии состоит в том, что ее «сердцевина» не вполне стабилизировалась и меняется во времени в большей степени, чем основы других наук. Достаточно сказать, что на протяжении полувека парадигма иммунологии менялась по меньшей мере два раза — сначала при рождении «неинфекционной» (по преимуществу клеточной) иммунологии в 50–60-е годы XX века и затем — совсем недавно, при формировании новых представлений об иерархии и взаимодействии врожденного и адаптивного иммунитета. Читатели с большим стажем знакомства с руководствами и учебниками по иммунологии, написанными в разное время, согласятся, что книги по иммунологии, опубликованные в 30-, 60- и 2000-х годах, порой как будто излагают основы разных наук. Уточнение сущности иммунологии и сохранение преемственности с предшествующими периодами развития науки являлось одной из важных задач, стоявших перед автором данной книги.

Структура книги во многом определяется желанием автора донести многообразие иммунологических знаний по возможности широким способом.

Этой цели служит развернутое «Введение в иммунологию», представляющее собой первую главу руководства. Можно сказать, что в ней содержится трехкратное изложение основ иммунологии. Сначала это сделано в форме экскурса в историю — как описание основных вех становления и развития иммунологии. Не следует рассматривать это описание как краткую историю иммунологии: автор не владеет спецификой этой науки. Второй раз динамический аспект использован в эскизном описании естественной истории иммунитета, которая также не является сколько-нибудь полным изложением филогенеза иммунитета, а отражает лишь реализацию во времени самых важных событий развития иммунологических явлений и процессов. Наконец, в этой главе представлено краткое описание основ иммунологии в ее современном понимании, но без каких-либо деталей. Пользуясь возможностью, автор вводит основные термины иммунологии (антиген, антитело, иммунологическое распознавание и т.д.), но намеренно избегает использования более частных терминов. Задача этой главы состоит в таком кратком и нерасчлененном изложении материала, которое позволит охватить предмет иммунологии единым взглядом.

Остальные главы книги содержат описание того же материала, но уже в детализированном виде, который может быть воспринят лишь как сумма фрагментов. Их объединение в целое потребует особых усилий, которые могут быть подкреплены возвращением к главе 1. Этот материал размещен в трех главах. Назначение двух из них очевидно: они посвящены описанию феноменологии и механизмов соответственно врожденного и адаптивного иммунитета. Необходимо указать на то, что еще недавно эти разделы иммунологии казались несопоставимыми по объему и значимости, поскольку к врожденному иммунитету иммунологи традиционно относились свысока как к «предымунологии» и охотно уступали соответствующий материал другим наукам, например, патофизиологии. Следы такого несбалансированного отношения к врожденному и адаптивному иммунитету видны в любом учебнике по иммунологии, написанном после второй мировой войны, включая учебник-предшественник этой книги. Лишь коренное изменение иммунологической идеологии, порожденное работами С.А. Janeway и его последователей, привело к восстановлению должного баланса.

Содержание последней главы требует отдельного комментария. В предыдущих главах описываются явления и их механизмы практически без оценки их значимости с точки зрения поддержания здоровья или развития болезней. Для восполнения этого пробела потребовалось

специальное рассмотрение роли иммунных механизмов в защите от двух основных проявлений биологической агрессии — инфекционных атак и опухолевого роста. Здесь же отражены «издержки» иммунитета, в основном адаптивного, в виде поломок тонкого механизма дискриминации «свое-чужое» с развитием аутоагрессии, а также чрезмерных проявлений иммунных процессов (гиперчувствительности), вызывающих повреждение, и их недостаточности, проявляющейся в виде разнообразных иммунодефицитов. Глава завершается кратким изложением областей, касающихся прямого применения в практике принципов и методов иммунологии — иммунодиагностики, иммунопрофилактики и иммунотерапии. Эти стремительно развивающиеся направления клинической иммунологии еще не сложились в зрелые разделы науки, многое в них основано на поспешных выводах, продиктованных практическим запросом. Однако они чрезвычайно важны и перспективны. Автор совершенно сознательно отказался от более полного и детального рассмотрения этих проблем — в силу их научной «незавершенности» и заведомо прикладной ориентации, не соответствующей доминирующей направленности книги.

Обилие иллюстративного материала отражает основную идеологию книги — стремление к доступному описанию сложных явлений и процессов. Автор совершенно отчетливо представляет, что предлагаемая книга полна недочетов и несовершенств, что может быть компенсировано знакомством с другими аналогичными изданиями — отечественными и зарубежными.

Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. — М.: Издательская группа URSS, 2014. — 325 с.

Книга построена, как атлас — на каждом развороте помещены иллюстрации для презентации темы и краткий текст, где даны определения, термины и понятия. Несмотря на краткость изложения, наиболее трудные вопросы раскрыты детально и четко.

Smyth S.J., Phillips P.W.B., Castle D. Handbook on Agriculture, Biotechnology and Development. — Edward Elgar Publishing, 2014. — 868 p.

Собрание сведений по сельскохозяйственной биотехнологии. Главное внимание уделено проблеме генномодифицированных растений. Свое мнение об итогах 20-летнего использования ГМО выразили ведущие специалисты 48 институтов из 18 стран. Большинство

экспертов считают данную технологию наиболее быстро внедренной в истории земледелия.

Ike M., Yamashita M., Soda S. Handbook of Metal Biotechnology: Applications for Environmental Conservation and Sustainability (Электронная книга Google). — CRC Press, 2011. — 264 p.

В книге представлены различные разделы биотехнологии металлов. Обсуждается ряд проблем, в том числе: обработку сточных вод и технологии биоремедиации с целью метаболизировать токсичные металлы микроорганизмами; извлечение металлов из водных источников; биосинтез и процессинг новых металлосодержащих материалов и мониторинг металлов для промышленных целей; биоинформатику в биотехнологии металлов.

Kent J.A. (Ed.). Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology: Volume 1 and 2 (Электронная книга Google). — Springer Science & Business Media, 2013. — 1576 p.

Руководство представляет собой сводку данных о химических процессах, продуктах и технологиях. В нем содержатся детали о химии, инжиниринге, экономике и инфраструктуре индустрии. Руководство предназначено для широкого спектра специалистов: от тех, кто непосредственно занят в химической промышленности, до тех, кто работает в других отраслях. Оно рассматривает не только научные и технологические аспекты важнейших секторов индустрии, но и также большое число ассоциированных направлений. Промышленные процессы и продукты могут быть значительно улучшены за счет применения методологий, представленных в главах по зеленой химии и инжинирингу (особенно конверсии биомассы), практическому катализу и мониторингу окружающей среды, равно как и в главах по обеспечению безопасности химической защиты растений и аварийной готовности. Понимание этих факторов поможет, например, получить оптимальные результаты с целью улучшения технологических процессов. В некоторых главах обсуждаются такие актуальные темы, как энергетика и ее разновидности (ядерная, уголь, газ, нефть).

Другие новые главы содержат конверсию энергии, накопление энергии, нанотехнологии. Новейшие разделы состоят из материала по конверсии биомассы, а также три главы, включающие в себя биотехнологи-

ческие темы, а именно: промышленная биотехнология, промышленные ферменты и промышленное производство терапевтических белков.

A Biotech Manager's Hand. A Practical Guide.
O'Neill M., Hopkins M. (Ed.). — 2012. — 414 p.

Руководство для менеджера в сфере биотехнологий в доступной манере представляет основные принципы ведения биотехнологической компании. Книга начинается с изложения состояния биофармацевтической промышленности, а в дальнейшем объясняет важность планирования (независимо от размера компании). Последующие главы посвящены основам интеллектуальной собственности, перспективам развития инновационных технологий, решению финансовых проблем, в том числе первоначального финансирования от инвестора и предпринимателя.

Se-Kwon Kim (Ed.). Springer handbook of marine biotechnology. — Springer, [2015]. — eBook.

Книга состоит из следующих частей. Часть А. Разнообразие морских флоры, фауны и грибов. Разнообразие морских фототрофов. Морские вирусы. Морские микроводоросли. Морские водоросли Европейской Северной Атлантики. Кораллы. Морские губки — молекулярная биология и биотехнология. Часть В. Инструменты и методы инжинирингового биопроцесса фототрофных морских организмов. Методы биоинформатики в морской геномике. Биологический прогноз морских микроорганизмов. Культуры морских микроорганизмов. Трансгенные технологии у морских организмов. Морские ферменты. Quorum sensing and quenching. Выявление инвазивных видов. Часть С. Ме-

тагеномика морской геномики. Протеомика в морской биотехнологии. Морской метагеном. Микрофлюидные системы. Разработка генома. Часть D. Технология сульфатированных полисахаридов у морских водорослей. Йод у морских водорослей. История исследований. Морские макрофиты. Удаление тяжелых металлов. Часть E. Микробиология и биотехнология — микробная биотехнология. Актиномицеты в биологических открытиях. Биотрансформация нитрилов. Часть F. Производные метаболиты — морские натуральные продукты. Биокатализаторы из аплизий. Антимикробные пептиды. Грибные метаболиты. Dinoflagellata (динофитовые водоросли или панцирные жгутиконосцы). Связанное отравление человека. Каротиноиды, происходящие из морских водорослей. Snidaria (стрекающие). Биоактивные соединения. Липиды из морских тропических губок. Морские биотоксины. Микробные ферменты. Полисахариды из морских организмов. Часть G. Применение морских биотехнологических фармацевтических препаратов. Функциональное питание. Нутрицевтики. Космецевтики. Жирные кислоты. Селеносодержащий антиоксидантный селенонейн. Олигосахариды альгината. Контроль болезней растений. Часть H. Биоэнергетика и биотопливо — голубая биотехнология для морской биоэнергетики. Биотехнология и биоэнергетика морских водорослей. Морская биоэнергетика и биотопливо. Противозагрязняющие материалы для обработки воды. Часть I. Биомедицинские применение морских биоматериалов. Доставка гена. Морские микроорганизмы в наночастицы. Терапия и медицинская диагностика. Биосенсоры. Биоминерализация. Часть J. Промышленное применение функционального питания в аквакультуре. Полученные из мидий биоадгезивные средства. Морская силиконовая биотехнология. Биотехнология микроводорослей. Предметный указатель биозагрязнения и биокоррозии.

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, резюме на русском и английском языках; 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 правила.

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.
13. Имеется электронный архив журнала на сайте Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова (www.biorosinfo.ru).



Подписано к печати 26.12.14
Формат 60/90¹/₈. Бумага офсетная № 1.
Печать офсетная. Гарнитура Академия.
Печ. л. 5,0. Тираж 1000 экз.

ООО «Издательство «БИОСФЕРА»
109147 Москва, ул. Марксистская, 20, стр. 8
Тел.: +7 (495) 763-18-41; E-mail: biosphere@biorosinfo.ru

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. Регулярно 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 57 регионах России и объединяет свыше 3000 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: 119071 Москва, Ленинский пр-т, 33

Тел.: +7 (495) 648-09-13

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