



ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Инновационное развитие ряда отраслей экономики Республики Беларусь – сельского и лесного хозяйства, здравоохранения, пищевой промышленности, биотехнологического сектора и других, базирующихся на достижениях биологической науки, – является одной из приоритетных задач научных организаций, входящих в состав Отделения биологических наук НАН Беларуси. В последнее время наряду с изучением традиционных объектов животного и растительного мира, микроорганизмов особое внимание уделяется проведению комплексных исследований, связанных с обеспечением здоровья людей, решением продовольственных проблем, сохранением живой природы и биоразнообразия. Успешность реализации данных задач во многом определяется мультидисциплинарным подходом к их решению, а также широким применением инновационных методов молекулярной биологии, биофизики, генетики, микробиологии и др.

Объединение усилий представителей различных направлений, от классического естествознания и системной биологии (включая так назы-

ваемые «синтетические» науки – геномику, протеомику, метаболомику) до компьютерных технологий и инженерной науки, а также активное использование в исследовательском процессе подходов молекулярной биологии, генетики, биофизики, вычислительной техники и компьютерного дизайна обеспечивает бурный прогресс биологической науки. Сегодня она обладает не только знаниями, позволяющими понимать суть многих молекулярных механизмов функционирования живых организмов, но и инструментами, средствами и технологиями, необходимыми для изменения свойств существующих и создания новых продуктов и даже новых биологических систем с необходимыми качествами.

Среди значимых результатов в области медико-биологических инноваций следует отметить разработки коллектива Института генетики и цитологии НАН Беларуси, связанные с молекулярно-генетической диагностикой предрасположенности к социально значимым заболеваниям, таким как сердечно-сосудистые, эндокринные, костно-мышечные, а также невынашивание беременности. Несмотря на общемировые достижения в данной сфере, зачастую эффективность их прак-

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК



Валентина Рассадина,
заместитель академика-
секретаря Отделения
биологических наук
НАН Беларуси, кандидат
биологических наук



Жанна Анисова,
ученый секретарь
Отделения
биологических наук
НАН Беларуси, кандидат
биологических наук



Олег Баранов,
академик-секретарь
Отделения
биологических наук
НАН Беларуси,
член-корреспондент

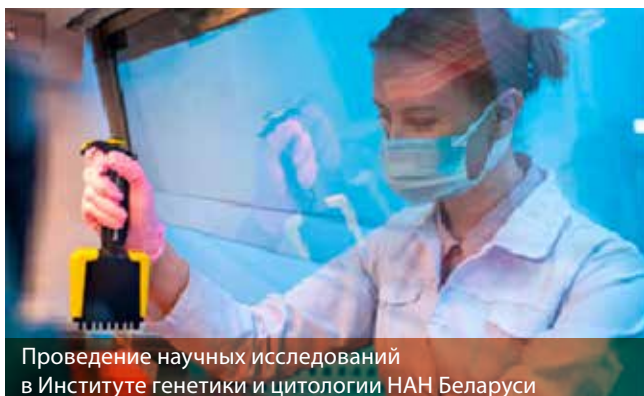
тической реализации зависит от региональных или популяционных особенностей исследуемых групп пациентов и, как правило, требует адаптации технологий и методик к текущим условиям.

Многолетнее изучение индивидуальных генетических характеристик пациентов из белорусской популяции позволило не только установить молекулярно-генетические механизмы патогенеза, но и сформировать набор диагностических ДНК-маркеров, а также актуализировать перечень мутаций, ассоциированных с развитием наиболее значимых болезней. Впервые для нашего региона по результатам тестирования генов системы гемостаза, артериального давления, ангиогенеза, регуляции функции эндотелия осуществлена многосторонняя оценка риска возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Детализированы генетические механизмы развития различных костно-мышечных нарушений, выявлен ряд информативных генетических маркеров, ассоциированных с патологией метаболизма костной ткани, определены комбинации аллельных вариантов данных генов, многократно повышающие вероятность возникновения заболеваний. Разработана и внедрена в кли-

ническую практику инновационная модель прогнозирования риска патологических костных переломов, обладающая высокой диагностической и прогностической ценностью.

Еще одним актуальным аспектом стал анализ генов, связанных с нарушением физиологического процесса протекания беременности. В ходе исследований установлены неблагоприятные варианты наследственных единиц, ассоциированных с повышенным риском невынашивания плода, что дает возможность осуществлять своевременную профилактику развития патологий.

Также учеными-генетиками проведены исследования в области фармакогенетики – раздела генетики, изучающего наследственные аспекты транспорта, метаболизации и влияния лекарственных средств на организм человека. Согласно данным научной литературы, эффективность их воздействия в значительной степени (до 95%) зависит от генетических особенностей индивидуума, а реакции на препарат могут варьировать от положительной до отрицательной, включая побочные эффекты – вплоть до летальных. На основании проведенных широкомасштабных исследований Института генетики и цитологии



НАН Беларуси разработаны протоколы определения фармакогенетических маркеров чувствительности человека к ряду лекарственных средств, применяемых для лечения сердечно-сосудистых заболеваний (варфарин, клопидогрел), диабета (метформин), остеопороза (бисфосфонаты, деносумаб), что также позволяет оптимизировать протоколы лекарственной терапии.

С использованием разработок Института генетики и цитологии выполнено более 20 тыс. тест-анализов для граждан Беларуси и сопредельных стран. В практику отечественных медицинских организаций внедрено 10 разработок, утверждены 2 инструкции по применению и 9 методических рекомендаций, получен 1 патент. Результаты исследований опубликованы в высокорейтинговых изданиях.

Значительный интерес вызывают инновации в области медико-биологических исследований, созданные в Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, – биомедицинские клеточные продукты (БМКП) на основе стволовых и моноцитарных дендритных клеток, кератиноцитов и фибробластов кожи. Разработанные БМКП могут быть эффективно использованы в практике медицинских учреждений с целью восстановления тканей и органов в хирургии, стоматологии, офтальмологии, комбустиологии, урологии, травматологии, неврологии, косметологии, лечения аллергических, онкологических и аутоиммунных заболеваний. Среди последних особую актуальность имеют болезни, связанные с избыточным иммунным ответом, включая аллергические заболевания, а также некоторые инфекции, в развитии которых важная роль отводится чрезмерной реактивности защитной системы человека.

Так, в 2021 г. совместно с Белорусским государственным медицинским университетом проведены клинические испытания метода лечения тяжелых COVID-19-ассоциированных пневмоний с использованием донорских пулированных стромальных стволовых клеток. В целом показана высокая эффективность этого подхода: в группе исследования выжило на 40% больше пациентов. Еще одним примером в данной области является разработка метода лечения системной красной волчанки с поражением почек – тяжелого аутоиммунного заболевания. В отличие от стандартного протокола терапии, использованы не собственные стволовые клетки пациента, а взятые у определенного донора. Такой подход позволяет в наибольшей степени стандартизировать клеточный продукт

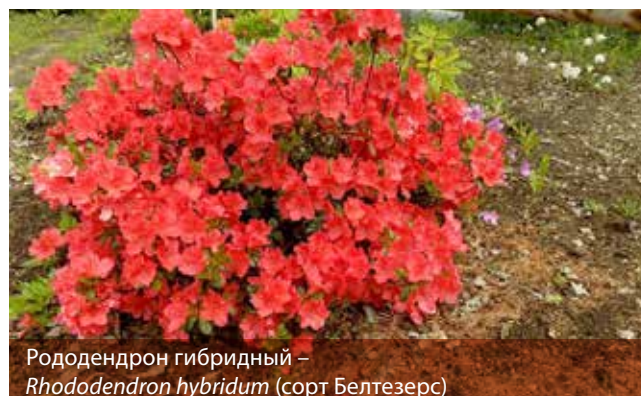
по его функциональным свойствам, а также значительно сократить срок начала выполнения терапии: до нескольких часов вместо 3 – 5 недель, необходимых для получения препарата аутологичных клеток.

В Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси разработаны новые для нашей страны клеточные продукты на основе толерогенных дендритных клеток и Т-регуляторных лимфоцитов, что позволило приступить к клеточной терапии таких социально значимых аутоиммунных болезней, как сахарный диабет 1-го типа и системный склероз. Для лечения онкозаболеваний могут быть использованы моноцитарные дендритные клетки, применение которых способно предотвратить или отсрочить появление метастазов, а также дает возможность в значительной степени продлить жизнь пациентам даже на поздних стадиях онкопроцесса. При помощи дендритных клеток проведен курс терапии более чем для 200 пациентов. В целом институтом зарегистрировано 5 биомедицинских клеточных продуктов и разработано 11 инструкций на методы лечения на их основе.

Одним из примеров результативности использования бюджетного финансирования является создание и функционирование уникальных коллекций декоративных, лекарственных, пищевых и технических растений мировой флоры в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси – научном объекте, составляющем национальное достояние. Общее количество представленных в коллекции таксонов, включая редкие для республики и исчезающие виды растений, превышает 15,5 тыс. единиц.

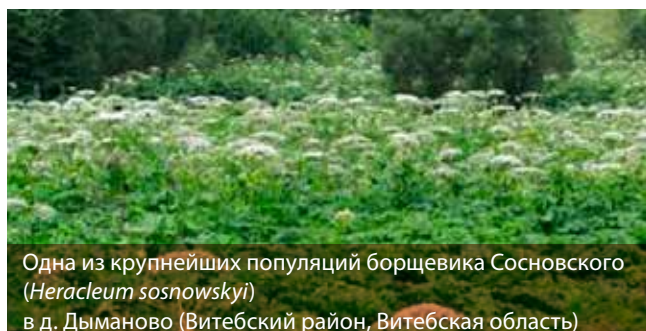
Формирование ботанических коллекций положило начало развитию новых для страны подотраслей народного хозяйства – нетрадиционного плодоводства, лекарственного и пряно-ароматического растениеводства, обеспечило активизацию отечественного зеленого строительства и декоративного садоводства, способствовало решению ряда экологических проблем.

В рамках создания коллекций к первичному интродукционному испытанию привлечено более 270 тыс. образцов растений из разных регионов земного шара, что позволило собрать, регулярно пополнять и обновлять национальный генофонд декоративных, древесно-кустарниковых, лекарственных, пряно-ароматических, плодово-ягодных растений, а также резервный генофонд редких и исчезающих видов природной флоры Беларуси.



По результатам выполнения научно-исследовательских работ создано 225 сортов лекарственных, декоративных и пряно-ароматических растений, отобрано более 210 интродуцированных видов, форм и сортов декоративных, плодово-ягодных, лекарственных культур, перспективных для возделывания в условиях Беларуси. Все сорта успешно прошли государственные испытания и включены в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород.

Стоит отметить, что многие из сортов Центрального ботанического сада выступают родоначальниками отечественной селекции интродуцированных видов и характеризуются высокой конкурентоспособностью как на внутреннем, так и на внешнем рынке. С их помощью решаются задачи в сфере озеленения – и не только крупных городов, промышленных центров и отдельных предприятий, но и антропогенно нарушенных территорий. Внедрение новых сортов, как показывает практика, имеет и значимый социальный эффект, включая оздоровление окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, сохранение биологического разнообразия, культурного и исторического наследия страны.



Одна из крупнейших популяций борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) в д. Дыманово (Витебский район, Витебская область)



Опытно-производственный цех по выращиванию вешенки, (Корневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси)

Примером значимого социального эффекта реализации государственных научных программ являются мероприятия по предотвращению проникновения на территорию Беларуси и последующего распространения инвазивных видов растений и животных.

Актуальность данной проблемы особенно обострилась в последние десятилетия, что связано с резким усилением антропогенного воздействия (в основном за счет развития и расширения географии международных перевозок грузов и пассажиров) как основным фактором, способствующим инвазии чужеродных видов флоры и фауны. На интенсивность процесса их расселения также влияют глобальные климатические изменения, что в совокупности определяет это явление как глобальную экологическую проблему, имеющую целый ряд негативных последствий не только экологического, но экономического и социального характера. По заключениям международных экспертов, экспансия в глобальном масштабе представляет собой вторую по значимости (после антропогенного загрязнения окружающей среды) причину вымирания местных видов и снижения биоразнообразия. С участием организаций НАН Беларуси разработаны Национальная стратегия и План действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия страны, одной из приоритетных задач которых является минимизация негативного влияния инвазивных чужеродных видов диких животных и дикорастущих растений на состояние популяций аборигенных видов и экосистем в целом.

Результатом проведенных широкомасштабных исследований явилось издание двух монографий: «Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения» и «Черная книга инвазивных видов животных Беларуси». В них обобщены сведения о биологических и экологических особенностях наиболее агрессивных видов, широко распространившихся в экосистемах нашей страны за последние десятилетия: история их проникновения, характер негативного воздействия на природные экосистемы, экономику и здоровье людей; кроме того, даны рекомендации по предотвращению такого нежелательного явления.

НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам совместно с Институтом экспериментальной ботаники НАН Беларуси создали базу данных по инвазивным видам растений и животных на трансграничных участках соседних государств (сайт: www.ias.by). Ресурс содержит информацию о чужеродных

видах, которые потенциально могут проникать на территорию республики, а также уже зарегистрированных здесь инвайдерах. Характеристика каждого вида включает в себя сведения о его происхождении, инвазионном потенциале, вредности, стране проникновения, пути расселения и уровне опасности для существующих на данной территории сообществ.

Среди «чернокнижников» особое внимание привлекает борщевик Сосновского, ставший своеобразным символом инвазионных растений в нашей стране. Яркие выраженные особенности его внешнего вида, высокая семенная продуктивность, способность наносить не только экологический ущерб, но и вред здоровью человека, устойчивость к профилактическим мероприятиям делают его растением-агрессором номер один. Деятельность по борьбе с ним на территории республики осуществляется в рамках реализации специального «Плана действий по предотвращению и минимизации ущерба от распространения вредоносного чужеродного вида – борщевика Сосновского» и «Стратегии и плана действий по борьбе с борщевиком Сосновского и другими наиболее опасными инвазивными видами растений на территории Республики Беларусь». Аналогичный комплекс мероприятий реализован и в г. Минске, в том числе с участием научных учреждений НАН Беларуси.

Для широкомасштабного внедрения созданных инноваций при учреждениях Отделения биологических наук организованы малые производства, обеспечивающие выпуск высокотехнологичной продукции и ее реализацию как на внутреннем, так и внешнем рынках.

Один из примеров – Научно-производственный центр биотехнологий, функционирующий при Институте микробиологии НАН Беларуси. Это биотехнологическое производство полного цикла, оснащенное современным технологическим оборудованием для ферментации микроорганизмов-продуцентов и получения более 60 видов биопрепаратов различного назначения, начиная от пробиотических составов для животноводства и заканчивая широким спектром биопестицидов для растениеводства. Его проектная мощность составляет 20 т сухих препаратов и 90 т жидких комплексных микробных в год.

Среди наиболее востребованных в сельском хозяйстве биопрепаратов можно отметить такие, как Фрутин (для контроля возбудителей болезней ягодных и плодовых культур), Бетапротек-



Одна из крупнейших популяций эхиноцистиса лопастного (*Echinocystis lobata*) в окрестностях г. Дубровно (Дубровенский район, Витебская область)

тин (для борьбы с кагатной гнилью сахарной свеклы, корневыми гнилями томата и огурца), Экогрин (для защиты овощных и зеленных культур от болезней в условиях малообъемной гидропоники), Фитопротектин, Бацитурин, Бакто-сол, Ксантрел (для защиты картофеля и овощных культур от вредителей и болезней), Мультифаг (от бактериоза овощных культур).

В ряду пробиотиков и кормовых добавок особой популярностью в животноводстве и ветеринарии пользуются смеси на основе молочнокислых и бифидобактерий в жидкой и сухой товарных формах: ДКМ, ДКМ-С, Билавет, Билавет-С, Лактимет, Синвет, Бактомаст. Налажен выпуск пробиотических составов для производства косметических средств (ИМ-Б1) и пищевой промышленности (ИМ-рго 1, ИМ-лакзим).

Интерес к пробиотикам обусловлен их биологической безвредностью, способностью усиливать защитную функцию организма, стимулировать его иммунную реактивность, нормализовать пищеварение, не вызывая при этом формирования устойчивости у патогенных микроорганизмов. В ветеринарии использование таких препаратов рассматривается как альтернатива антибиотикотерапии, позволяющая исключить употребление кормовых антибиотиков,



восстановить пищеварение и снизить общую заболеваемость сельскохозяйственных животных.

Еще один тип микробиологической продукции – биопрепараты для ремедиации земель сельскохозяйственного назначения. В данном контексте следует отметить микробный состав Полибакт (на основе агрономически ценных штаммов микроорганизмов), способствующий разложению соломы и пожнивных остатков, обогащению почвы органическим веществом, увеличению содержания в ней обменного калия, подвижного фосфора и усваиваемого азота, и Агроревитол, снижающий уровень остаточных количеств гербицидов ряда сульфонилмочевины и имидазолинонов в почве до экологически безопасного уровня. Кроме того, внедрена в производство линейка препаратов для охраны окружающей среды на основе бактерий-деструкторов.

В Институте микробиологии НАН Беларуси функционирует инновационное Опытное промышленное производство ферментов для химико-ферментативного синтеза лекарственных субстанций и получения новейших тест-систем, осуществляющее выпуск средств (глюкозооксидазы, пуриннуклеозидфосфорилазы, уридинфосфорилазы и тимидинфосфорилазы) для клинической диагностики и получения лекарств.

Применение инновационной биотехнологической продукции широко востребовано в лесном хозяйстве. С одной стороны, это связано с увеличением эколого-ориентированной направленности развития отрасли, с другой – позволяет эффективно решать ряд задач, не подлежащих выполнению классическими методами.

Так, на производственных площадях Корневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси организован выпуск концентрированного биопрепарата Бревисин, созданного на основе особого штамма почвенной споровой бактерии *Bacillus brevis* и продукта ее жизнедеятельности – полипептидного антибиотика бревисина. Фунгицид предназначен для защиты посевного и посадочного материала сосны и ели в лесных питомниках от инфекционных грибных болезней, обладает высокой стойкостью в естественных условиях, способствует развитию в почве микроорганизмов-азотонакопителей, снижает инфекционную нагрузку, ингибирует фитопатогенные грибы в почве, создавая благоприятные условия для роста, сохранения и повышения качества посадочного материала лесных растений. Ежегодный объем выпуска Бревисина

составляет более 150 л, что в полной мере обеспечивает потребность лесных питомников страны.

Защитными свойствами обладают также полимерные составы (Корпансил, Корпансил модифицированный), предотвращающие иссушение корневых систем при пересадке растений – основную причину снижения приживаемости лесных культур при использовании посадочного материала с открытой корневой системой. Для предприятий отрасли организован выпуск свыше 20 тыс. л композиционных полимерных составов, которые реализуются государственным лесохозяйственным учреждениям для повышения эффективности мероприятий по лесовосстановлению и лесоразведению.

На Корневской экспериментальной лесной базе построен первый в стране опытно-производственный цех по интенсивному выращиванию грибов вешенки и сиитаке. Годовой объем их выпуска составляет более 2 т продукции в год. На базе цеха осуществляется также разработка и совершенствование технологий получения нормативно чистой продукции на территориях, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС.

Технологии, прошедшие апробацию на инновационном предприятии Корневской ЭЛБ, успешно реализованы на различных промышленных площадках, включая КСУП «Комбинат Восток», где объем производства в отдельные годы достигает более 70 т съедобных и лекарственных грибов. Лаборатория по выращиванию посевного мицелия грибов реализует различным предприятиям, а также фермерским хозяйствам и населению ежегодно более 6 т мицелия. Использование интенсивных технологий выращивания грибов на загрязненных радионуклидами территориях позволило снизить дозовую нагрузку внутреннего облучения для жителей этих регионов.

В организациях Отделения функционирует ряд инновационных структур – кластеров и республиканских центров биотехнологического и экологического профиля, которые позволяют в кратчайшие сроки внедрять в практику народного хозяйства новые разработки, осуществлять авторский надзор за реализацией научных идей и при необходимости совершенствовать новые технологии и их продукты. Воплощение в жизнь замыслов ученых-биологов – мощный импульс в деле создания принципиально нового поколения высокоценных и безопасных продуктов и технологий для сельского, лесного хозяйства, здравоохранения и охраны окружающей среды. ■