

Национальная академия наук Беларуси  
Центральный ботанический сад  
Отдел биохимии и биотехнологии растений

# **Биологически активные вещества растений – изучение и использование**

Материалы международной научной конференции  
(29–31 мая 2013 г., г. Минск)

Минск  
2013

УДК 58(476-25)(082)  
ББК 28.5(4Бел)я43  
О-81

**Научный редактор**  
академик НАН Беларуси В.Н. Решетников.

**Редакционная коллегия:**

к.б.н. Е.В. Спиридович;  
к.б.н. И.И. Паромчик;  
к.б.н. Т.И. Фоменко.

О-81 Биологически активные вещества растений — изучение и использование: материалы международной научной конференции 29–31 мая 2013 г., г. Минск. – Минск : ГНУ «Центральный ботанический сад Академии наук Беларуси», 2013. – 356 с.

Изложены материалы Международной научной конференции, посвященной обсуждению актуальных проблем по изучению и использованию биологически активных веществ растений, в том числе биотехнологических аспектов в растениеводстве с участием ученых из Беларуси, России, Украины, Молдовы, Казахстана, Кыргызтана, Венгрии.

На молекулярном, клеточном и организменном уровнях рассмотрены имеющие важное научное и практическое значение вопросы, в числе которых состав, структура, биосинтез и использование веществ вторичного метаболизма растений, антиоксидантная и антирадикальная активность и лечебно-профилактические препараты из растений, сырьевые источники БАВ, биотехнологии в растениеводстве.

**УДК 58(476-25)(082)**  
**ББК 28.5(4Бел)я43**

# **ОТДЕЛУ БИОХИМИИ И BIOTEХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ ГНУ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД БЕЛАРУСИ» – 55 ЛЕТ (итоги исследований и разработок)**

Академик В.Н. Решетников

Лаборатория биохимии растений была образована в Институте биологии Академии наук Беларуси в 1958 г., в составе которого она находилась до 1962 г. Дальнейшая деятельность осуществлялась в качестве подразделения Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича АН БССР, а с апреля 1998 г. – ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».

Центральной идеей исследований явилось и является положение, что растения представляют собой уникальные «биофабрики» синтеза запасных и биологически активных веществ, имеющих свою специфику, определяемую таксономической принадлежностью растений в мире биологического разнообразия. Конкретно в области биохимии исследования концентрировались на изучении информационной системы растительной клетки и исполнительных комплексов реализации информационных потоков; в области биотехнологии – на проблемах использования запасных и биологически активных веществ, биоконсервации, регенерации и воспроизводстве тканей и растений.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ**

Наследственная информационная система растительной клетки – это клеточное ядро, где сосредоточено до 95 процентов генетической информации, и вспомогательный аппарат – пластиды с 3–4-мя процентами и митохондрии с 1–2-мя процентами от общего числа генов клетки. Как известно, основным носителем наследственной информации является ДНК, поэтому этот биополимер был объектом исследований лаборатории уже в начальные годы ее образования. Первые в Беларуси работы по определению и изучению нуклеиновых кислот были начаты в 1960 году А.С. Вечером и его учениками – И.В. Матошко, О.П. Булко, С.И. Курбатовой, А.А. Масько, В.Н. Решетниковым. Этими сотрудниками были представлены первые кандидатские диссертации по нуклеиновым кислотам в люпине, картофеле и дрожжах.

– В.Н. Решетников. «Исследование азотсодержащих веществ и соотношений между ними в важнейших сортах картофеля БССР», 1966 г.;

– И.В. Матошко. «Нуклеиновые кислоты в связи с биосинтезом белков в процессе развития семян люпина», 1967 г.;

– О.П. Булко. «Изменение белков и нуклеиновых кислот в прорастающих семенах люпина», 1968 г.;

– С.И. Курбатова. «Исследование изменений нуклеиновых кислот и белков в кормовых дрожжах по фазам их роста», 1968 г.

Наиболее важным результатом этих лет было экспериментальное доказательство положения академика А.С. Вечера о наличии в хлоропластах собственных нуклеиновых кислот, поскольку тогда еще оставались сомнения, что НК в пластидах – результат их загрязнения ядерной НК.

Не вдаваясь в хронологию развития исследований наследственно-информационной системы, приведем основные современные научные результаты по изучению «центрального сервера» – клеточного ядра.

Одним из феноменов этой органеллы является размещение в ее очень небольшом объеме громадной по длине молекулы ДНК. Чтобы этот полимер (около двух миллиардов пар оснований в растениях) уместился в объеме ядра, ее длину нужно уменьшить минимум в десять тысяч раз, при этом основные функции ДНК-репликация и транскрипция – должны сохраниться.

Методическим подходом в исследованиях компактизации ДНК была последовательная «разборка» изолированных интерфейсных клеточных ядер специально подобранными растворами разной ионной силы, концентраций магния, кальция и, на последних этапах, детергентов.

В каждой из полученных фракций изучали ДНК, белки и их ДНП-комплекс.

В результате в растениях (в основном использовались проростки злаков) были определены примерно такие же уровни компактизации ДНК, которые свойственны клеткам животных.

Дополнительно к имеющимся данным литературы определялись или уточнялись вещества, ответственные за образование уровня компактизации – нуклеосомного, нуклеомерного (30-нм фибрилла), хромомерного (петельного), хромомерного и хроматидного.

Известно, что нуклеосомный уровень компактизации (уменьшение длины ДНК в 7 раз) образуется с участием коровых гисто-

нов, которые подвергаются пост-трансляционным модификациям. В связи с этим проводилось электрофоретическое разделение 4-х коровых гистонов нуклеосом в репрессированном и активированном по функциям ядре клетки покоящихся семян и проростков с определением подфракций каждого из них. Результаты исследований показали наличие подфракций гистонов H2A, H2B, H3 и H4, что является результатом пост-трансляционных модификаций гистонов, а также наличия вариантов нуклеосомных гистонов (табл. 1).

**Таблица 1. Варианты нуклеосомных гистонов, влияющих на последовательность считывания информации с ДНК-ядра**

Наименование гистона	Свойства
1. H2A, H2B, H3, H4	Канонические гистоны нуклеосомного кора (с «хвостами»)
2. Архаичные гистоны (АН)	Единичные гистоноподобные белки без «хвостов»
3. CenH3	Центромерная форма гистона H3 с N-терминальным «хвостом» (разные по длине)
4. H3.2 (только у растений)	Вариант гистона H3, который может вытеснять канонический H3 из нуклеосом (отличается по нескольким аспектам)
5. H2A.Z	Вариант гистона H2A, имеет отличия в N-концевом «хвосте»
6. H2A.X	Вариант гистона H2A, имеет отличия на C-конце
7. Гистоны пыльцы	Коровые и линкерные варианты, адаптированные для сверхплотной упаковки ДНК

Можно считать, что основным механизмом «разрыхлителя» нуклеосом – обычно это связано с экспрессией ДНК, что наблюдается при прорастании семян, – является ацетилирование гистонов. Варианты гистонов также оказывают влияние на активность генома. Исключительно в растениях присутствует вариант H3.2, специфическими являются гистоны пыльцы, обеспечивающие сверхплотную упаковку ДНК (табл. 1).

Нуклеомерный уровень определяется линкерным (межнуклеосомным) гистоном H1, который еще в 6 раз укорачивает ДНК за счет сближения нуклеосом и образования 30-нм фибриллы. Такая дополнительная компактизация переменна за счет степени связывания ДНК-H1, благодаря чему изменяется транскрипционная активность ДНК, что было показано на культуре ткани *in vitro* (рис. 1).



**Рисунок 1. Содержание гистона H1 в ядрах каллуса ржи.**

Образование следующего, петельного уровня (компактизация ДНК в 25 раз) обеспечивается матриксом клеточного ядра с участием негистовых белков и липидов. Из состава негистоновых белков удалось вычленить группу НМG-белков (5–6 фракций), содержащих высокий процент диаминомонокарбоновых аминокислот, которая участвует в образовании этого уровня компактизации. Ядерный матрикс, образующий пространственную 3-мерную скелетную структуру ядра, явился предметом наших детальных исследований. Были определены способ выделения матрикса и изолированных клеточных ядер растений, его состав, в котором кроме структурных белков типа актина, обнаружен невысокий процент прочно связанной низкомолекулярной ДНК, специфические нейтральные липиды (стеролы и их эфиры), диацил- и триацилглицеролы, жирные кислоты. Активному состоянию ядра свойственно повышенное содержание ацилглицеролов и снижение количества стеролов и жирных кислот.

Интересны более высокие структурные уровни, представляющие собой 700-, 1000 и 1400-нм фибриллы и тяжи, образование гетерохроматина, в котором ДНК не осуществляет функции прямой наследственной информации (т.н. «эгоистическая» ДНК). В этой части много неясного, и исследования следует продолжить.

Отметим, что во всех уровнях компактизации ДНК важную роль играют ДНК-связывающие белки в числе других белков ядра. Гетерогенность белков ядра поэлектрофоретическим исследованиям характеризуется 400-ми фракциями.

В целом работы в области биохимии клеточного ядра показывают возможность точечного целевого регуляторного воздействия на функции его компарментов и отдельных веществ, что иллюстрировано схемой 1. Более широко и подробно исследования в области

биохимии клеточных ядер растений изложены в монографических работах и диссертациях, представленных ниже.

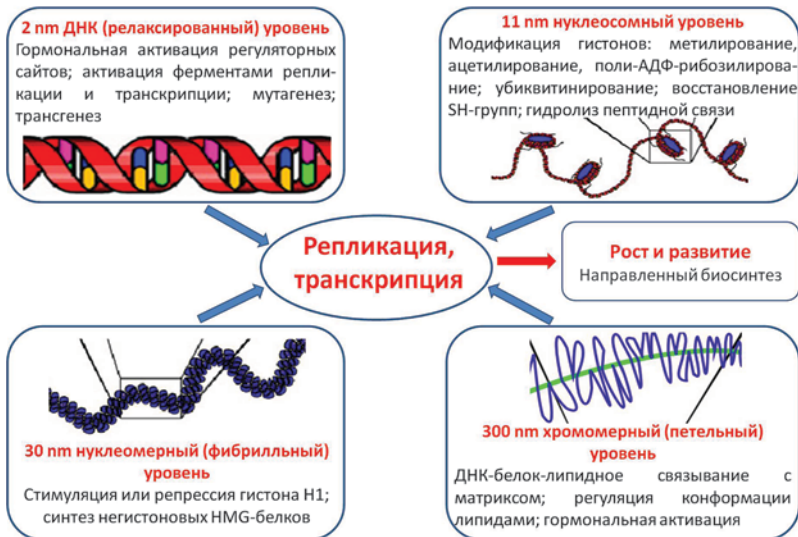


Схема 1. Схема регуляторного воздействия на функциональную активность клеточного ядра.

Монографии:

1. Вечер А.С. Молекулярные носители жизни. – Мн: Наука и техника, 1977. – 94 с.
2. Решетников В. Н. Пластиды и клеточные ядра высших растений. – Мн.: Наука и техника, 1982. – 126 с.
3. Решетников В.Н. Клеточные ядра высших растений – Мн.: Наука и техника, 1992. – 87 с.
4. Решетников В.Н., Спиридович Е.В. Информационные структуры растительной клетки: Курс лекций. – Минск: БГУ, 2008. – 103 с.

Кандидатские диссертации:

1. Голынская Л.А. Метаболизм фосфатов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот в начальный период прорастания семян люпина.– 1972.
2. Долбик Г.М. Активность ферментов нуклеинового обмена в ядрах и пластидах проростков ди- и тетраплоидной ржи. – 1977.
3. Шандрикова Л.Н. Участие гистонов в формировании наследственного аппарата растительной клетки. – 1982.

4. Веевник А.А. Белки клеточных ядер и пластид злаковых как показатели принадлежности их к различным систематическим группам. – 1987.

5. Вечер А.А. J-области как маркеры Z-участков внутрикапсидной ДНК. – 1987.

6. Прокулевич Л.П. Характеристика хроматина проростков ржи (зондирование нуклеазами, фракционирование и распределение негистоновых белков). – 1988.

7. Сосновская Т.Ф. Изменения хроматина интерфазного ядра озимой ржи и ячменя в онтогенезе. – 1988.

8. Чижик О.В. Белки изолированных клеточных ядер *Secale cereale* L. и *Nicotiana tabacum* L. при экспрессии и модификации генома. – 2003.

9. Шабуня П.С. Влияние кратковременного теплового шока на свойства белков клеточных ядер и пластид озимой ржи. – 2008.

Как уже отмечалось, в информационную систему клетки входит наследственный аппарат пластид и митохондрий. Первые основополагающие сведения о пластидах были представлены А.С. Вечером в его монографии «Пластиды растений, их свойства и строение (1961 г.)». Дальнейшие исследования развили разработки по этому направлению. В частности, М.Т. Чайкой была выдвинута и экспериментально подтверждена теория трансформации пластид, В.Л. Калер и его ученик Л.Е. Фридлянд представили в своих публикациях и докторских диссертациях авторегуляцию и модели биосинтеза хлорофилла и фотосинтетических систем в растениях.

Исследуя биосинтетические процессы, локализованные в пластидах, необходимо было иметь данные о функционировании пластома как источника информации в этих органеллах. В связи с этим часть работ была направлена на изучение нуклеоидов хлоропластов (рис. 2).

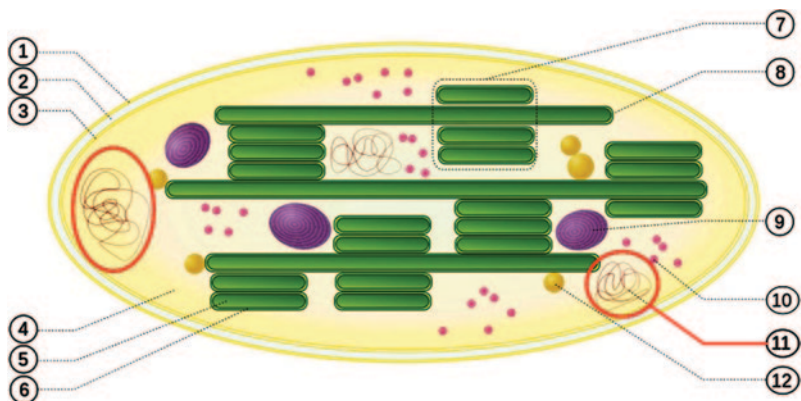
Был разработан метод выделения нуклеоидов, определен их состав, в котором найдены индивидуальные белки, схожие с гистонами ядра, подтвердив разработки сотрудников Института биохимии РАН.

Исследования по биохимии пластид, их взаимодействие с клеточными ядрами в подробном изложении представлены в книжных изданиях, докторских и кандидатских диссертациях (см. ниже).

Монографии:

1. Вечер А.С. Пластиды растений, их свойства и строение. – Мн.: Изд-во АН БССР, 1961. – 192 с.





**Рисунок 2. Ультраструктура хлоропласта: 1) наружная мембрана, 2) межмембранное пространство, 3) внутренняя мембрана, 4) строма, 5) тилакоид с просветом (люменом) внутри, 6) мембрана тилакоида, 7) грана (стопка тилакоидов), 8) тилакоид (ламела), 9) зерно крахмала, 10) рибосома, 11) нуклеоид, 12) пластоглобула (липидное образование).**

2. Калер В.Л. Авторегуляция образования хлорофилла в высших растениях. – Мн.: Наука и техника. 1976. – 189 с.

3. Вечер А.С. Молекулярные носители жизни. – Мн.: Наука и техника, 1977. – 94 с.

4. Техника биохимического исследования клеточных структур и биополимеров. – Мн., 1977. – 149 с. (В.Н. Решетников, О.П. Булко, М.Н. Масный, А.А. Масько, О.К. Василькевич, Р.А. Ненадович, М.Я. Крылова).

5. Решетников В.Н. Пластиды и клеточные ядра высших растений. – Мн.: Наука и техника, 1982. – 126 с.

6. Чайка М.Т., В.Н. Решетников, О.Л. Романова. Фотосинтетический аппарат и селекция тритикале. – Мн.: Наука и техника, 1991. – 240 с.

7. Решетников В.Н., Спиридович Е.В. Информационные структуры растительной клетки: Курс лекций. – Минск: БГУ, 2008. – 103 с.

Докторские диссертации:

1. Вечер А.С. Пластиды растений. – 1950.

2. Калер В.Л. Авторегуляция биосинтеза хлорофилла в высших растениях. – 1972.

3. Решетников В.Н. Функциональная активность и специфичность пластид высших растений при полиплоидизации клеточного ядра. – 1985.

4. Фридлянд Л.Е. Адаптивные механизмы фотосинтетического аппарата растительной клетки и их математическое моделирование. – 1994.

Кандидатские диссертации:

1. Паромчик И.И. Изменение фотосинтеза и дыхания у сортов растений под воздействием натриевых солей 2,4-Д и 2м – 4х. – 1968.

2. Райцина Г.И. Исследование фосфорного обмена хлоропластов листьев разного возраста. – 1968.

3. Масько А.А. Биохимические исследования различных форм пластид картофеля. – 1972.

4. Ковальчук Р.А. Липидные вещества хлоропластов. – 1973.

5. Предкель К.И. Соотношение металлопорфириновых соединений в различных типах пластид. – 1974.

6. Фенчук Т.Д. Активность реакции Хилла в процессе развития листьев. – 1975.

7. Клиnger Ю.Е. Биохимическая активность мембран изолированных хлоропластов проростков ди- и тетраплоидной ржи. – 1977.

8. Ялошевич А.М. Характеристика пластома тритикале и родительских форм (пшеницы и ржи). – 1989.

9. Голденкова И.В. Характеристика ДНК-белковых комплексов хлоропластов ржи (*Secale cereale*). – 1992.

## ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

Как известно, информационные потоки от ДНК через и-РНК поступают в цитоплазму, где осуществляется матричный биосинтез белков. Сам механизм и кинетика этого сложного процесса нами затрагивался в незначительной степени, основное внимание было сосредоточено на результирующей стадии – появлении многообразия белков в клетке, определении их свойств и функциональной активности.

Протеомный анализ позволил выдвинуть и подтвердить несколько научных положений: естественная активация генома (модель покоящийся зародыш – развивающийся проросток) сопровождается изменением компактизации нуклеопротеидного комплекса ядра в сторону увеличения его диффузности и гетерогенности негистоновых белков.

Дифференциация ткани (культура *in vitro*) приводит к изменению протеомной карты цитоплазмы, которая выражается в появлении

белков, большая часть которых может быть отнесена к окислительно-восстановительным ферментам, то есть ответной реакции на стресс.

Запасующим вегетативным органам растений (клубни картофеля, луковицы и т.п.) свойственна сортовая специфичность спектра глобулярных белков, как и у генеративных органов.

Трансгенез влияет на высшие порядки структуры ДНП-комплекса и может выражаться в сопутствующих физиологических реакциях, не свойственных напрямую функции чужеродного гена, включенного в геном растения – хозяина.

Отметим, что в последнее десятилетие в отделе работала тематическая группа специалистов в области трансгенеза интродуцированных растений: к.б.н. Е.А. Попович, В.Л. Филипеня, к.б.н. В.Т. Василевко, к.б.н. О.В. Чижик, к.б.н. Т.В. Антипова, к.б.н. А.Б. Власова, Т.И. Фоменко, Л.Г. Бердичевец, И.П. Кондрацкая и др.

Развитию работ по биохимии белков растений как этапа реализации наследственной информации способствовало использование методических разработок, среди которых лидирующее положение занимал электрофорез белков, применяемый в лабораторной практике с 1963 года в числе первых на постсоветском пространстве. Инициатором продвижения разных вариантов являлся автор настоящего доклада.

На основе электрофоретических методов были получены спектры белков различных таксонов хозяйственно-полезных, в т.ч. декоративных и лекарственных растений, и сформирована собственная база «белковых» паспортов (рис. 3).

Результаты работ по протеомике и энзимологии более детально представлены в опубликованных трудах отдела и диссертационных работах, приведенных ниже.

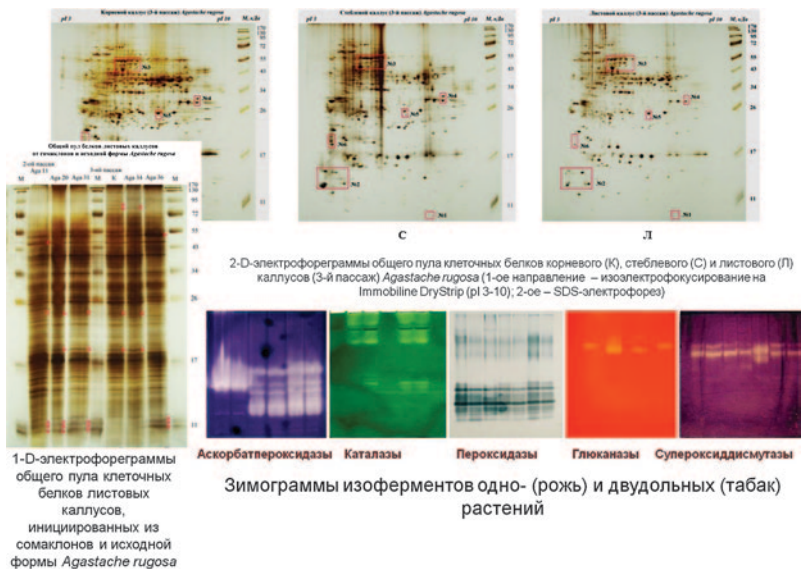
Монографии:

Техника биохимического исследования субклеточных структур и биополимеров растительной клетки (соавторы – В.Н. Решетников, О.П. Булко, О.К. Лаптева, М.Н. Масный, А.А. Масько, Р.А. Ненадович; под ред. А.С. Вечера). – Минск: Наука и техника, 1986. – 198 с.

Максимова В.П. Изучение свойств препаратов гидролаз разного происхождения, 1968.

Кандидатские диссертации:

Кремнева Л.С. Накопление рибофлавина *Eremothecium ashbyii* при культивировании на питательных средах. – 1966.



**Рисунок 3. Электрофоретические исследования белков растений.**

Максимова В.П. Изучение свойств препаратов амилазы различного происхождения. – 1968.

Василькевич О.К. Исследование состава и свойств некоторых компонентов в белковом комплексе клубней картофеля. – 1969.

Куликова А.Н. Исследование образования каротиноидов в дрожжах. – 1970.

Лемеза Н.А. Влияние света на активность некоторых оксидоредуктаз в проростках ржи и ячменя. – 1978.

Спиридович Е.В. Биохимическая характеристика  $\alpha$ -амилазной системы зерновок тритикале и родительских форм (пшеницы и ржи). – 1990.

Гончарова Л.В. Особенности белкового комплекса и протеолитической активности озимого тритикале. – 1996.

Власова А.Б. Полиморфизм белковых фракций родственных клонов *Solanum tuberosum* в связи с их различным уровнем устойчивости к X- и L-вирусам картофеля. – 2002.

Королева Н.Ю. Экспрессия геномов ржи и шпелтицы у секалотритикум (*x Secalotriticum*) по цитоморфометрическим, биохимическим показателям и белковым маркерам. – 2005.

Шутова А.Г. Состав, свойства и применение фенольных и терпе-

новых соединений экстрактов и эфирных масел пряно-ароматических растений семейства Lamiaceae. – 2008.

Башилов А.В. Особенности биохимического состава и антиоксидантная активность представителей *Filipendula* Mill. и *Polemonium* L. – 2008.

Реализация информационных потоков распространяется также на биосинтез веществ вторичного метаболизма, которые в значительной части являются биологически активными веществами (БАВ), используемыми в качестве лекарственных средств, биокорректоров и пищевых добавок.

Исследователи отдела – к.б.н. Е.В. Спиридович, к.б.н. А.Г. Шутова, к.б.н. А.В. Башилов, А.В. Зубарев, Е.Д. Агабалаева, А.М. Деева, И.И. Паромчик, Н.В. Сергеенко, Е.А. Войцеховская, М.С. Китаева – в сотрудничестве с коллегами из БГУ (к.б.н. В.П. Курченко, д.б.н. В.М. Юрин), Института биоорганической химии (д.б.н. П.А. Киселев), Института химии новых материалов НАН Беларуси (акад. В.Е. Агабеков), Витебского медицинского университета (д.ф.н. Г.Н. Бузук, к.б.н. Л.А. Любаковская) на основе углубленных биохимических анализов (скрининга) выделили растения – продуценты, характеризующиеся высокой антирадикальной и антиоксидантной активностью, накапливающие значительное количество флаволигнанов, фитостероидов, антоцианов, эфирных масел и других веществ (рис. 4, 5, 6).

Научные разработки такого плана явились предпосылкой формирования и предметом выполнения заданий Государственной программы «Фитопрепараты» (2006–2010 гг.), а затем одноименных разделов в ГП «Инновационные биотехнологии» и «Импортозамещающая фармпродукция», которые имеют важное практическое значение.



Рисунок 4. Схема анализа вторичных метаболитов растений.

## Исследование антиоксидантной активности растительного сырья

### Используемые модельные системы:

- перекисное окисление льняного масла;
- железо(II)-аскорбат-зависимое перекисное окисление митохондриальной фракции;
- окисление фосфатидилхолинового липосом;
- электрохимическое окисления бромиз-анионов (кулонометрия);
- фотосенсибилизирующая хемилуминесценция (анализатор «Photochem»);
- амперометрия (анализатор «ШветЯуза-01-АА»).



### Объекты исследования:

- лопчатка белая;
- таволга вязолистная;
- лабазник шестилепестный;
- мята перечная;
- синюха голубая;
- патилистник кустарниковый;
- камелия китайская.

### Исследования проводятся совместно с зарубежными научными центрами:

- Российская Федерация;
- Социалистическая Республика Вьетнам.

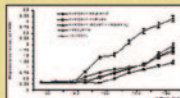


Рисунок 1. Кинетика ингибирования перекисного окисления масла льня экстрактами растительного сырья



Рисунок 2. Анализатор антиоксидантной активности «Розовый»



Рисунок 3. Анализатор антиоксидантной активности «ШветЯуза-01-АА»

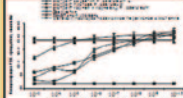


Рисунок 4. Концентрационные эффекты антиоксидантной активности экстрактов растений

### Результаты исследований:

- установлены концентрационные эффекты антиоксидантной активности растительных экстрактов;
- определены некоторые параметры кинетики ингибирования перекисного окисления льняного масла растительными экстрактами.

### Получены охранные документы:

- Антиоксидант: патент № 15671 Республика Беларусь;
- Ингибитор перекисного окисления: патент № 2460764 Российская Федерация.



Рисунок 5. Методы исследования антиоксидантной активности.

### НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

### БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ

Важнейшие научные результаты:

- разработаны направления практического использования эфирных масел растений в современных биотехнологиях

- В составе церкарицидных средств
- В виде композиций с повышенной антиоксидантной
- и **антимикробной** активностью (заявка на патент,
- Получение микрокапсулированного материала на
- основе альгиновой кислоты (*совместно с ИХНМ НАН Беларуси*) (заявка на патент)

Капсулы-жемчужины на основе альгиновой кислоты: пустые (слева) и содержащие ЭМ душицы (справа)

Лиофилизированный микрокапсулированный материал с эфирными маслами растений

Изображения микрокапсул, полученные методом конфокальной лазерной сканирующей микроскопии. Микрокапсулы окрашены родамином В. Флуоресцентное (А), оптическое (Б) и их комбинированное В) изображение

Рисунок 6. Направления практического использования эфирных масел растений в современных биотехнологиях.



## ЧАСТНАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Конечным этапом биосинтетических процессов является образование и накопление запасных веществ – белков, липидов, углеводов. Работы в области частной биохимии (отдельных культур) посвящались картофелю как с точки зрения накопления крахмала и других веществ, так и с позиции его переработки. Тематика, результаты исследований и практических разработок иллюстрируются нижеприведенным списком монографий и диссертаций.

Монографии:

1. Вечер А.С. Гончарик М.Н. Физиология и биохимия картофеля. – Мн.: Наука и техника, 1973. – 264 с.
2. Fizjologia i biochemia ziemniaka. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Zeshe. Warszawa, 1977. – 242 с.
3. Вечер А.С., Альсмик П.И., Амбросов А.Л., Гончарик М.Н., Мокроносов А.Т. Физиология картофеля – М.: Колос, 1979. – 272 с.
4. Паромчик И.И., Скачков Е.Н., Субоч Ф.И. Безотходная переработка картофеля. – Мн.: 1996. – 93 с.
5. Масный М.Н. Бульба: біохімія і якасьць. – Мн.: Навука і тэхніка. 1996. – 121 с.

Кандидатские диссертации:

1. Масный М.Н. Биохимическая характеристика сортов картофеля БССР по составу и свойствам клеточного сока. – 1967.
2. Бардышев М.А. Накопление минеральных элементов в различных органах картофеля в процессе вегетации. – 1971.
3. Левицкая М.В. Изменение углеводного комплекса картофельной мезги при различных способах ее гидролиза. – 1973.
4. Скачков Е.Н. Разработка технологии производства пищевой муки и кормовых протеиновых концентратов из картофеля. – 1988.
5. Городецкая Е.А. Электросепарация пищевой картофельной муки. – 1993.

Обобщенные данные явились основой создания безотходной технологии переработки картофеля путем механического обезживания (А.С. Вечер, И.И. Паромчик, Е.Н. Скачков, Е.И. Алексеева и др.), которая была внедрена на Климовичском крахмальном заводе Брянской области, используемая и сейчас. В практике хранения картофеля использовалась разработка «Задержание процесса прорастания картофеля гидразидом малеиновой кислоты» (Н.А. Жоровик, М.Н. Масный, В.Н. Решетников и др. Мн., 1968, 25 с.).

Изучение окислительно-восстановительных процессов, превращений сахаров, органических кислот и фенольных соединений в процессе созревания плодов и ягод дало основу практического применения полученных разработок в технологиях получения качественных игристых, натуральных и ароматизированных вин и безалкогольных напитков (см. перечень монографий и диссертационных работ).

Монографии:

1. Вечер А.С., Юрченко Л.А. Производство слабоалкогольных яблочных напитков и вин. – Мн.: Наука и техника, 1974. – 102 с.

2. Вечер А.С., Юрченко Л.А. Сидры и яблочные игристые вина. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 134 с.

3. Юрченко Л.А. Биохимия яблочного виноделия. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 166 с.

Докторские диссертации:

1. Юрченко Л.А. Научные основы и пути совершенствования технологии яблочных вин. – 1982.

Кандидатские диссертации:

1. Романовец Е.С. Биохимические процессы в производстве яблочных сортовых виноматериалов и игристых вин. – 1975.

2. Вейнер А.Г. Исследование состава и биохимических изменений комплекса летучих ароматических веществ яблочного сока при первичном и вторичном брожении. – 1977.

3. Брилевский О.А. Регулирование окислительно-восстановительных процессов в технологии игристых яблочных вин. – 1977.

Была разработана техническая документация на продукцию, в частности Республиканский стандарт БССР 657-75 «Вино натуральное яблочное легкое» (А.С. Вечер, Л.А. Юрченко, С.И. Василькевич) с продлением срока действия по постановлению Госплана БССР от 13.11.1980 г. № 27 до 1 марта 1986 г.

Натуральные вина и сидры производились в специализированном цехе совхоза «Любань» Вилейского района, было запланировано строительство завода в г. Орле.

Однако антиалкогольная кампания 1985–86 гг. вынудила свернуть винодельческую тематику.

В настоящее время выпуск вин с учетом разработок отдела осуществляется только в ЗАО «Первая дистиллярня» (Вертелищи, Гродненская обл.) учеником А.С. Вечера кандидатом технических наук Евгением Степановичем Романовцом.



Кроме указанных выше направлений, в разработках отдела нашли отражение пути использования пряно-ароматических растений (книга Л.А. Юрченко, С.И. Васильевич «Пряности и специи», Минск, «Полымя», 1989, 1995 г.), а также новых интродуцированных ягодных растений – голубики высокорослой и клюквы крупноплодной, брусники сортовой.

Были проведены интенсивные крупномасштабные разносторонние исследования этих культур коллективами лабораторий интродукции плодово-ягодных растений, химии растений, биотехнологии и биохимии растений ЦБС, результаты обобщены в капитальных монографических трудах: Ж. Рупасова, В. Решетников «Голубика высокорослая, оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси», изд. LAP Lambert Academic Publishing, 2011, 470 с.; Ж. Рупасова, В. Решетников, Т. Василевская «Биохимический состав плодов видов сем. Ericaceae в условиях Беларуси (голубика высокая, брусника обыкновенная, клюква крупноплодная)», изд. LAP Lambert Academic Publishing, 2011, 486 с. и др. Ж. Рупасовой, В. Решетниковым, Н. Павловским и А. Яковлевым были разработаны методические рекомендации «Совершенствование сортимента голубики высокорослой на основе культивирования сортов с высоким содержанием полезных веществ в ягодной продукции», одобренные научно-техническим советом секции растениеводства Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 03.11.2010 г., протокол № 13.

На основании проведенных биохимических исследований голубики высокорослой, имеющихся научных данных и разработок В.Н. Решетниковым был составлен научно-аналитический доклад «Перспективы развития промышленного голубиководства в Республике Беларусь», результатом рассмотрения которого явилось принятие Бюро Президиума НАН Беларуси специального постановления № 415 от 16.09.2010 г. о развитии промышленного голубиководства. В постановлении отмечена приоритетность голубиководства, на ЦБС НАН Беларуси возложены функции головной организации по научно-техническому обеспечению формируемой подотрасли нетрадиционного плодоводства, образован Межведомственный совет по промышленному голубиководству (председатель акад. акад. Решетников В.Н., ученый секретарь к.б.н. Спиридович Е.В.). Для решения вопросов обеспечения хозяйств посадочным материалом Со-

ветом Министров Республики Беларусь принято решение о создании в ЦБС НАН Беларуси биотехнологического комплекса по клональному микроразмножению голубики высокорослой (строительство будет завершено в 2014 г.).

Из перечня других интродуцированных культур биохимические исследования проводятся по отдельным перспективным видам лекарственных растений: расторопше пятнистой, пажитнику греческому, многоколоснику морщинистому, лапчаткам и др., нашедшим свое отражение в ГПНИ «Природно-ресурсный потенциал» и ГП «Фитопрепараты».

### КЛЕТОЧНЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ

Приоритетным направлением деятельности отдела, которое было инициировано в 1976–1977 гг. на основе тесного сотрудничества с научной школой чл.-корр. АН СССР Раисы Георгиевны Бутенко, стала биохимия и биотехнология культуры клеток и тканей *in vitro*.

В этом плане разрабатывались теоретические аспекты дедифференциации клеток и тканей, их биохимия как объекта с измененной метаболической системой, вызванной новым типом питания и гормонального статуса.

Уже в 1981 году были получены жизнеспособные протопласты, которые образовывали колонии клеток (рис. 7). В 1986 г. была защищена первая в Беларуси кандидатская диссертация по культуре клеток Т.И. Фоменко. В 2002–2003 гг. развитие работ в области молекулярной биотехнологии представлено в кандидатских диссертациях Т.В. Василевко, О.В. Чижик, А.А. Ленец (Кузовковой).

Фоменко Т.И. Особенности ферментативного получения и функциональная активность протопластов тканей картофеля. – 1986.

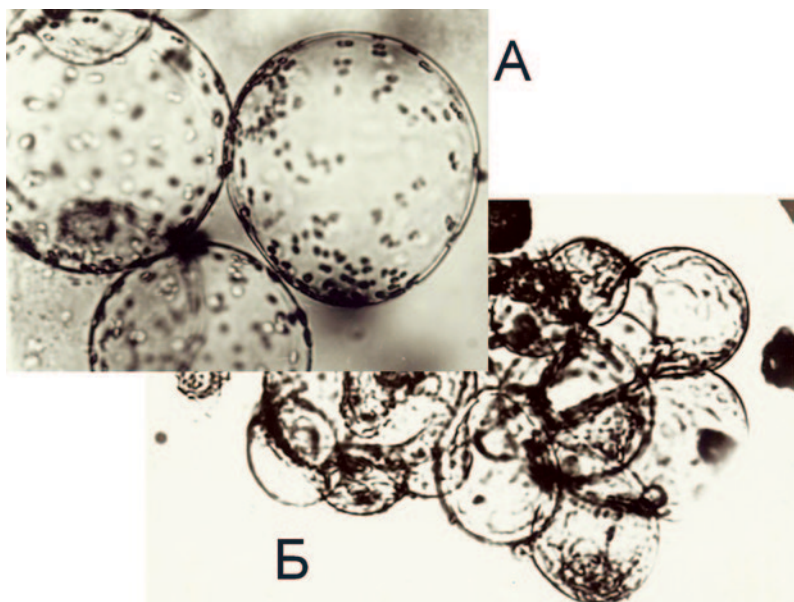
Василевко В.Т. Модель переноса гена бактериальной полиглюкангидролазы ( $\beta$ -1,4-глюканазы) в растения табака как способ защиты растений от фитопатогенов. – 2002.

Чижик О.В. Белки изолированных клеточных ядер *Secale cereale* L. и *Nicotiana tabacum* L. при экспрессии и модификации генома. – 2003.

Ленец А.А. Биохимическая характеристика трансгенных NahC растений

*Nicotiana tabacum*, экспрессирующих бактериальный ген 1,2-дигидрокси-нафталиндиоксигеназы. – 2003.

Используя полученные научные данные, были развернуты работы по получению трансгенных растений (рис. 8).



**Рисунок 7. Протопласты мезофилла листа картофеля Белорусский-3, не приступившие к делению, (А) и начальные стадии формирования клеточных колоний в суспензии протопластов (Б).**

Нахождение подразделения в составе Центрального ботанического сада дало возможность широкого использования биологического разнообразия мировой флоры, расширить и углубить изучение «биофабрик», определить их возможности в биосинтезе новых биологически активных веществ, создать базовую коллекцию асептических культур интродуцированных и аборигенных растений, сохранять редкие растения путем депонирования культур *in vitro* (рис. 11).

Указанные работы проводятся коллективами подразделений отдела, созданных в 2010 г.: это лаборатория клеточной биотехнологии (заведующая кандидат биологических наук Т.И. Фоменко, сотрудники: кандидат биологических наук О.В. Чижик, Л.Г. Бердичивец, В.Л. Филипена, Т.В. Мазур, О.В. Козлова, Н.Г. Брель, И.М. Чумакова, В.И. Горбачевич, И.П. Кондрацкая, Я.С. Сиволобова и др.), лаборатория прикладной биохимии (заведующая кандидат биологических наук Е.В. Спиридович, сотрудники А.В. Зубарев, Е.Д. Агабалаева, А.А. Дармель, А.Н. Юхимук, Л.Н. Быкова и др.).

## Технологии создания и испытания трансгенных растений



- Создана технология агробактериальной трансформации *in vitro* и *in planta* клевера лугового;
- Разработана технология получения трансгенных растений клюквы крупноплодной, экспрессирующих гетерологичный ген белка тауматина II с проявлением антигрибной активности и изменением вкуса плодов



Созданы трансгенные растения клевера лугового сорта Витебчанин, содержащих ген *licB*

Трансгенные растения клюквы крупноплодной



Впервые в Беларуси создано опытное поле для проведения испытаний непатогенных генно-инженерных организмов при их первом высвобождении в окружающую среду



Рисунок 8. Получение трансгенных растений.

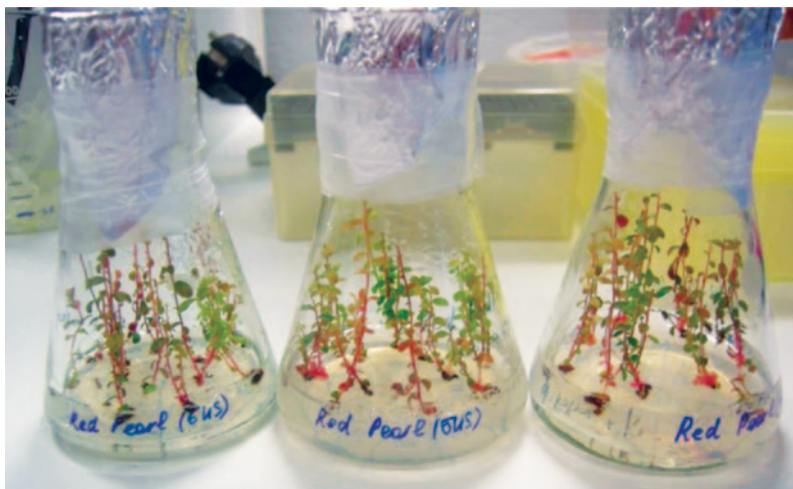


Рисунок 9. Регенеранты брусники обыкновенной сорта Red Pearl после проведения агробактериальной трансформации на среде, содержащей 100 мг/л канамицина.

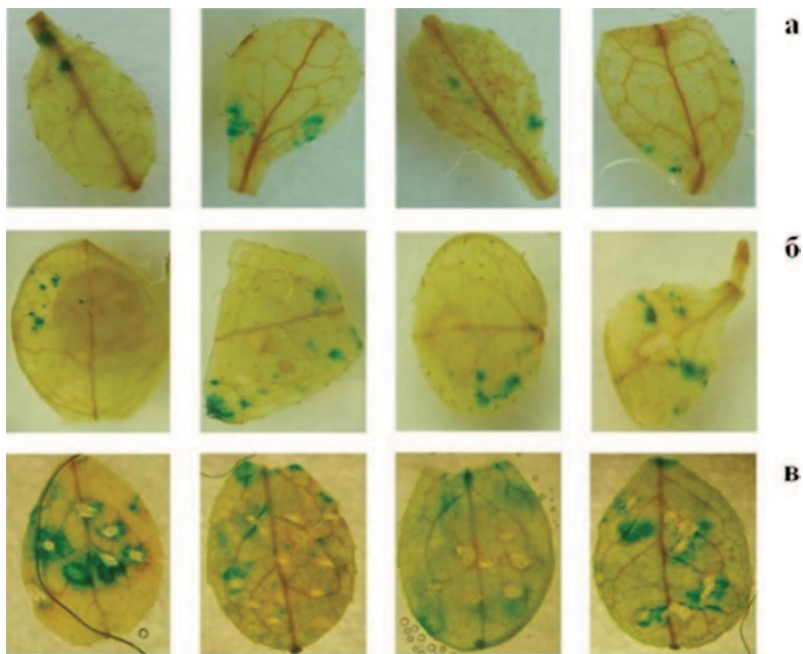


Рисунок 10. Влияние ацетосирингона на транзientную экспрессию GUS в листовых эксплантах брусники обыкновенной сорта Red Pearl: а – контроль; б – ацетосирингон при инокуляции; в – ацетосирингон при инокуляции и кокультивировании.

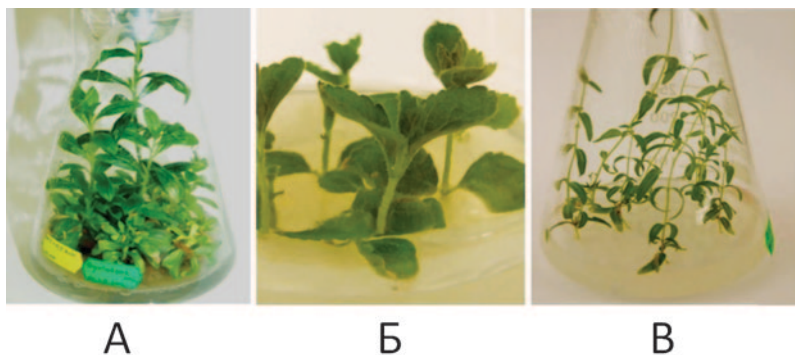


Рисунок 11. Воробейник лекарственный (А), кадило сармацкое (Б) и шлемник байкальский (В) в культуре in vitro.

Биотехнологическим разработкам способствовало молекулярно-генетическое тестирование и паспортизация растений, инициированная и развиваемая кандидатом биологических наук Е.В. Спиридович, с помощью которой организована группа в составе А.Б. Власовой, А.Н. Юхимука, М.С. Тухфатулиной, А.В. Зубарева. Работы проводятся в тесном сотрудничестве с сотрудниками Института леса НАН Беларуси доктором биологических наук В.Е. Подутовым и О.В. Борановым. Отдельные паспорта растений представлены на рис. 12.

Масштабное развитие получили прикладные работы по клональному микроразмножению интродуцированных растений, и прежде всего голубики высокорослой, сирени сортовой, рододендронов и др. культур в составе биотехнологического комплекса ЦБС НАН Беларуси.

Учитывая важность целенаправленных работ по сохранению и рациональному использованию биоразнообразия растений, в 1999 г. была инициирована, разработана совместно с Институтом генетики и цитологии и НПЦ по земледелию НАН Беларуси и затем утверждена Правительством Республики Беларусь Государственная программа «Создать национальный банк генетических ресурсов растений для выведения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, сохранения и обогащения культурной и природной флоры Беларуси», которая успешно функционирует в настоящее время.

Основные научные и практические итоги и положения о развитии биотехнологии растений в Беларуси были изложены в научно-аналитическом докладе на заседании Бюро Отделения биологических наук НАН Беларуси (2012 г.) и опубликованы в журнале «Вестник фармации» (№3, 2012. – 70–77 с.).

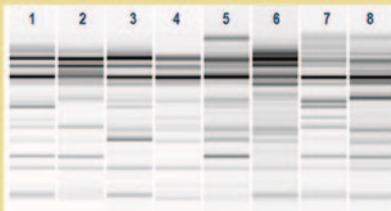
Научные школы не могут продуктивно развиваться изолированно, без широкого научного и научно-технического сотрудничества. В деятельности отдела оно представлено многочисленными векторами. Прежде всего это коллективы учреждений НАН Беларуси: Института генетики и цитологии, Института биофизики и клеточной биоинженерии, Института микробиологии, НПЦ по биоресурсам, Института леса, Института экспериментальной ботаники, Института биоорганической химии, Института химии новых материалов, Научно-практического центра по земледелию, Института плодоводства; постоянное сотрудничество осуществляется с коллегами биологического факультета БГУ, фармацевтического Витебского медуниверситета, биологами Белорусского государственного педагогического университета, сотрудниками южных университетов – Полесского и Брестского.



## Молекулярно-генетическая сертификация 23 видов и сортов брусники обыкновенной



Для исследования генетического полиморфизма были использованы 9 RAPD и 5 ISSR праймеров, позволившие идентифицировать 68 и 130 ДНК-маркеры соответственно. Для каждого сорта был выявлен специфический набор генетических маркеров, что позволило успешно дифференцировать все сорта. Для сорта Sanna праймер UBC-810 позволил выявить **уникальный маркер – UBC810<sub>Sanna</sub>**.



ISSR-спектры сортов брусники обыкновенной, полученные при использовании праймера UBC-818.  
1 – Red Pearl; 2 – Koralle, 3 – Erntesegen, 4 – Рубин, 5 – Erntekrone, 6 – Sussi, 7 – Костромская розовая, 8 – Sanna.

### Молекулярно-генетический паспорт брусники обыкновенной сорта Sanna

Праймеры	Маркеры
<b>OPA-04</b>	OPA04 <sub>100</sub> , OPA04 <sub>101</sub> , OPA04 <sub>102</sub> , OPA04 <sub>103</sub> , OPA04 <sub>104</sub> , OPA04 <sub>105</sub> , OPA04 <sub>106</sub> , OPA04 <sub>107</sub> , OPA04 <sub>108</sub> , OPA04 <sub>109</sub> , OPA04 <sub>110</sub>
<b>OPA-10</b>	OPA10 <sub>100</sub> , OPA10 <sub>101</sub> , OPA10 <sub>102</sub> , OPA10 <sub>103</sub> , OPA10 <sub>104</sub> , OPA10 <sub>105</sub> , OPA10 <sub>106</sub> , OPA10 <sub>107</sub> , OPA10 <sub>108</sub>
<b>OPA-11</b>	OPA11 <sub>100</sub> , OPA11 <sub>101</sub> , OPA11 <sub>102</sub> , OPA11 <sub>103</sub> , OPA11 <sub>104</sub> , OPA11 <sub>105</sub> , OPA11 <sub>106</sub> , OPA11 <sub>107</sub> , OPA11 <sub>108</sub>
<b>OPA-14</b>	OPA14 <sub>100</sub> , OPA14 <sub>101</sub> , OPA14 <sub>102</sub> , OPA14 <sub>103</sub> , OPA14 <sub>104</sub> , OPA14 <sub>105</sub>
<b>OPA-16</b>	OPA16 <sub>100</sub> , OPA16 <sub>101</sub> , OPA16 <sub>102</sub> , OPA16 <sub>103</sub> , OPA16 <sub>104</sub> , OPA16 <sub>105</sub> , OPA16 <sub>106</sub>
<b>OPJ-04</b>	OPJ04 <sub>100</sub> , OPJ04 <sub>101</sub> , OPJ04 <sub>102</sub> , OPJ04 <sub>103</sub> , OPJ04 <sub>104</sub> , OPJ04 <sub>105</sub> , OPJ04 <sub>106</sub> , OPJ04 <sub>107</sub> , OPJ04 <sub>108</sub> , OPJ04 <sub>109</sub>
<b>OPJ-05</b>	OPJ05 <sub>100</sub> , OPJ05 <sub>101</sub> , OPJ05 <sub>102</sub> , OPJ05 <sub>103</sub> , OPJ05 <sub>104</sub>
<b>OPR-03</b>	OPR03 <sub>100</sub> , OPR03 <sub>101</sub> , OPR03 <sub>102</sub> , OPR03 <sub>103</sub>
<b>UBC-002</b>	UBC002 <sub>100</sub> , UBC002 <sub>101</sub> , UBC002 <sub>102</sub> , UBC002 <sub>103</sub> , UBC002 <sub>104</sub> , UBC002 <sub>105</sub> , UBC002 <sub>106</sub> , UBC002 <sub>107</sub> , UBC002 <sub>108</sub> , UBC002 <sub>109</sub>
<b>UBC-006</b>	UBC006 <sub>100</sub> , UBC006 <sub>101</sub> , UBC006 <sub>102</sub> , UBC006 <sub>103</sub> , UBC006 <sub>104</sub> , UBC006 <sub>105</sub> , UBC006 <sub>106</sub> , UBC006 <sub>107</sub>
<b>UBC-010</b>	UBC010 <sub>100</sub> , UBC010 <sub>101</sub> , UBC010 <sub>102</sub> , UBC010 <sub>103</sub> , UBC010 <sub>104</sub> , UBC010 <sub>105</sub> , UBC010 <sub>106</sub> , UBC010 <sub>107</sub> , UBC010 <sub>108</sub> , UBC010 <sub>109</sub>
<b>UBC-011</b>	UBC011 <sub>100</sub> , UBC011 <sub>101</sub> , UBC011 <sub>102</sub> , UBC011 <sub>103</sub> , UBC011 <sub>104</sub>
<b>UBC-018</b>	UBC018 <sub>100</sub> , UBC018 <sub>101</sub> , UBC018 <sub>102</sub> , UBC018 <sub>103</sub> , UBC018 <sub>104</sub> , UBC018 <sub>105</sub> , UBC018 <sub>106</sub> , UBC018 <sub>107</sub> , UBC018 <sub>108</sub>
<b>UB-06</b>	UB06 <sub>100</sub> , UB06 <sub>101</sub> , UB06 <sub>102</sub> , UB06 <sub>103</sub>

*Красным шрифтом выделены уникальный, сортоспецифический маркер*

## Генотипические сертификаты (паспорта) СОРТОВ и ФОРМ *Potentilla fruticosa* (Dasiphora)

Сорт «Фонарик»	
<b>UBC 808</b>	1050, 810, 560, 540, 390, 370
<b>UBC 811</b>	1600, 1400, 1050, 970, 800, 680, 640, 610, 480, 440, 350
<b>USB 818</b>	1400, 1300, 1200, 1100, 1040, 950, 900, 700, 600, 550, 530
<b>OPA 05</b>	2500, 1500, 1300, 1150, 880
<b>OPC 02</b>	1970, 1775, 650
<b>OPD 08</b>	1700, 1560, 1160, 1030, 340
<b>OPG 08</b>	1600, 990, 750, 540, 360, 300



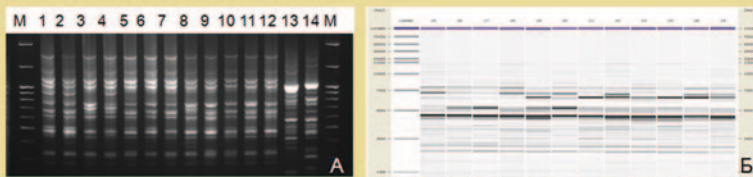
Сорт «Румянец»	
<b>UBC 808</b>	1400, 1050, 680, 560, 390
<b>UBC 811</b>	1600, 1500, 1400, 1050, 1000, 880, 800, 680, 640, 610, 480, 440
<b>UBC 818</b>	1400, 1300, 1200, 1100, 900, 700, 600, 550
<b>OPA 05</b>	2500, 1800, 1400, 1300, 880
<b>OPC 02</b>	—
<b>OPD 08</b>	1560, 1340, 1030, 340
<b>OPG 08</b>	1600, 990, 840, 470, 360, 300



В сертификатах указаны маркеры, обнаруженные при генотипировании сорта с определенным праймером. Сертификаты созданы для 14 форм и 4 сортов Курильского чая, поддерживаемых к коллекции ЦБС

### Молекулярно-генетическая сертификация пажитника греческого *Trigonella foenum graecum* L. (сорта Ovary Gold, Ovary 4, Metha, Ghahkamon)

Для исследования генетического полиморфизма были использованы 2 RAPD (OPJ-07, OPN-09) и 2 ISSR (UBC-807, UBC-840) праймеры. Для каждого сорта был выявлен специфический набор генетических маркеров.



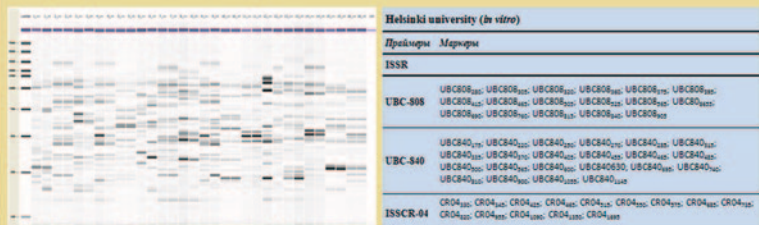
Электрофоретическое разделение продуктов амплификации тотальной ДНК 5 сортов пажитника греческого в агарозном геле с праймером OPN 09 (А) и на Биоанализаторе-2100 с праймером UBC-807 (Б)

Составлены генетические паспорта четырех сортов пажитника греческого составлены по данным мультилокусного ДНК-маркирования, основанного на использовании RAPD и ISSR техник.

Праймер	Общая формула полиморфных фрагментов
OPJ-07	OPJ-07 <sub>258</sub> ; OPJ-07 <sub>446</sub> ; OPJ-07 <sub>488</sub> ; OPJ-07 <sub>510</sub> ; OPJ-07 <sub>542</sub> ; OPJ-07 <sub>575</sub> ; OPJ-07 <sub>612</sub> ; OPJ-07 <sub>646</sub> ; OPJ-07 <sub>700</sub> ; OPJ-07 <sub>819</sub>
OPN-09	OPN-09 <sub>332</sub> ; OPN-09 <sub>426</sub> ; OPN-09 <sub>502</sub> ; OPN-09 <sub>594</sub> ; OPN-09 <sub>802</sub>
UBC 807	UBC-807 <sub>226</sub> ; UBC-807 <sub>281</sub> ; UBC-807 <sub>333</sub> ; UBC-807 <sub>371</sub> ; UBC-807 <sub>399</sub> ; UBC-807 <sub>442</sub> ; UBC-807 <sub>489</sub> ; UBC-807 <sub>498</sub> ; UBC-807 <sub>518</sub> ; UBC-807 <sub>546</sub> ; UBC-807 <sub>626</sub> ; UBC-807 <sub>677</sub> ; UBC-807 <sub>718</sub> ; UBC-807 <sub>768</sub>
UBC 840	UBC-840 <sub>189</sub> ; UBC-840 <sub>200</sub> ; UBC-840 <sub>222</sub> ; UBC-840 <sub>257</sub> ; UBC-840 <sub>280</sub> ; UBC-840 <sub>326</sub> ; UBC-840 <sub>340</sub> ; UBC-840 <sub>422</sub> ; UBC-840 <sub>446</sub> ; UBC-840 <sub>486</sub> ; UBC-840 <sub>517</sub> ; UBC-840 <sub>567</sub> ; UBC-840 <sub>685</sub> ; UBC-840 <sub>808</sub> ; UBC-840 <sub>935</sub>

### Молекулярно-генетическая сертификация 32 таксонов (виды и сорта) рода *Rhododendron* spp.

С целью молекулярно-генетической сертификации 32 таксонов рода *Rhododendron* L. проведено мультилокусное ДНК-маркирование с применением техники ISSR-PCR. Для изоляции препарата геномной ДНК использовали 2xСТАВ-метод с модификациями [Doyle J. J. и Doyle J. L.]. ISSR-маркирование проводили с 3 предварительно отобранными информативными праймерами: UBC-808, UBC-840 и ISSCR-04. В результате был идентифицирован 181 ДНК-локус. Полученные данные позволили различить все исследуемые таксоны и составить молекулярно-генетические паспорта.



Электрофоретическое разделение продуктов амплификации тотальной ДНК 32 таксонов рода *Rhododendron* L. с праймером UBC-840 (Bioanalyzer 2100 / Agilent).

Молекулярно-генетический паспорт рододендрона сорта Helsinki university (Хельсинки университет) из коллекции in vitro



Рисунок 12. Молекулярно-генетическая паспортизация декоративных и лекарственных растений: брусники, курльского чая, пажитника, рододендронов.



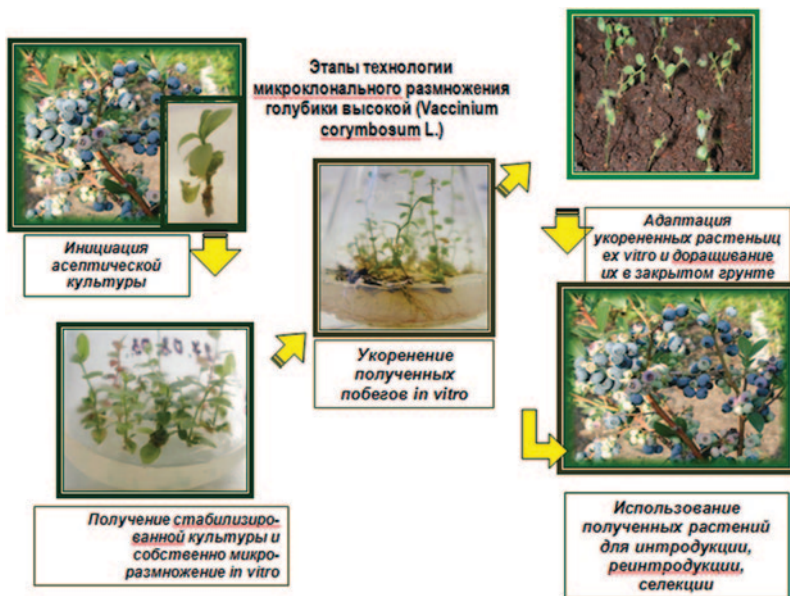


Рисунок 13. Технологическая схема получения саженцев голубики высокой клональным микро-размножением.



Рисунок 14. Рододендрон гибридный сорта Helsinki University на питательной среде для микроклонирования WPM с 5 мг/л 2иП и 1 мг/л ИУК.

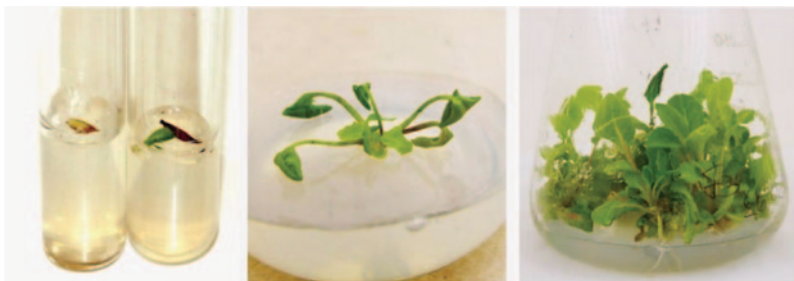


Рисунок 15. Размножение герберы в культуре *in vitro*.



Рисунок 16. Технология сохранения популяций редких и исчезающих видов растений с использованием ДНК-маркирования, *in vitro* и *ex situ* консервация.

Сотрудничество с учреждениями стран СНГ представлено широким кругом участников, но особо следует отметить контакты с Главным ботаническим садом РАН, с которым совместно создан в 2009 г. Совет ботанических садов России и Беларуси (сопредседатели проф. Демидов и Решетников).

В конце 2012 г. Главным ботаническим садом РАН с участием ЦБС выдвинута (и уже поддержана) инициатива создания Совета ботанических садов Академий наук стран Содружества (11 государств). Постоянно поддерживается тесное сотрудничество с коллегами Украины, Уфимского научного центра и др.

Дальнее зарубежье представлено учреждениями Вьетнамской академии наук и биотехнологий, Западно-Венгерским университетом, с которыми проводятся работы по лекарственным растениям, ботаническими садами Кубы, Польши, Литвы и других стран.

В заключение можно констатировать, что научная школа биохимиков и биотехнологов растений НАН Беларуси – это богатое прошлое, значимое настоящее и перспективное будущее.