

**НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ
СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ
И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОСИНТЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА**

академик **В.Н. Решетников, О.В. Чижик, Е.В. Спиридович**

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

V.Reshetnikov@cbg.org.by, chizhikolga17@gmail.com, a.spirydovich@gmail.com

Аннотация. Обсуждаются направления растительной биотехнологии, которые направлены на создание коллекций для сохранения и рационального использования биоразнообразия растений, совершенствование селекционного процесса и создания новых форм, клонального размножения для получения возобновляемого сырья для биологически активных веществ (БАВ) растительного происхождения.

Ключевые слова: биоразнообразие, растительная биотехнология, самоклоны, паспортизация, клональное микроразмножение, БАВ

Отличительной чертой современной растительной биотехнологии является то, что большинство ее разделов основаны на использовании растительных объектов *in vitro*. Это могут быть стерильные пробирочные растения, культуры органов, тканей или клеток растений, а также изолированные протопласты.

По областям применения растительные биотехнологии классифицируются на технологии, используемые для глобальных (экологических) целей, растениеводческие (прежде всего, сельскохозяйственные) биотехнологии и промышленные растительные биотехнологии.

Для экологических целей используются прежде всего биотехнологические коллекции, применяемые для хранения и реинтродукции редких и исчезающих видов растений. Особое значение биотехнологические коллекции имеют для сохранения видов, которые плохо размножаются семенами и лекарственные растения. Новацией в настоящее время является проникновение биотехнологии в решение проблем сохранения биологического разнообразия — глобальной мировой задачи. Разработка биотехнологических методов размножения растений, создание генетических банков и коллекций клеточных культур играют важную роль в сохранении генофонда дикорастущих редких и исчезающих видов. На стыке биотехнологии и охраны дикой природы сформировалась современная наука — биотехнология охраны растений (Plant Conservation Biotechnology), которая не заменяет классических приемов *ex situ* и *in situ* консервации, а предоставляет дополнительные приемы, способствующие управлению генетическими ресурсами редких растений, включающие методы культуры тканей, молекулярно-генетический анализ, создание банков семян и ДНК, криоконсервацию и др..

Растениеводческие биотехнологии являются наиболее обширной группой растительных биотехнологий. Они отличаются наиболее широким набором используемых растительных объектов — от пробирочных растений до протопластов. Растениеводческие биотехнологии направлены на получение новых форм растений и облегчение селекционного процесса; эффективное размножение и оздоровление ценных генотипов.

К первой, самой многочисленной, группе технологий относятся биотехнологии получения гаплоидов и дигаплоидов (андрогенез, гиногенез), получение и культивирование гибридных зародышей (преодоление постгамной и предгамной несовместимости), различные методы клеточной селекции, в том числе с использованием соматической вариативности, соматическая гибридизация и, наконец, генетическая инженерия растений. Вторая группа растениеводческих биотехнологий представлена различными способами микроразмножения и оздоровления растений.

Промышленные растительные биотехнологии направлены на получение в промышленных условиях продуктов растительного происхождения. Эти технологии в качестве объектов используют культуры клеток растений и, реже, — культуры органов (прежде всего, корней, в том числе трансформированных — *hair roots*) [1].

Все эти направления представлены в Отделе биохимии и биотехнологии растений.

Еще в 1998 г. сотрудники отдела начали работы по созданию и развитию коллекций *in vitro* и пополнению генофонда коллекции асептических культур как источника материала для селекции и клонального микроразмножения. В это время проводится активное пополнение коллекции новыми сортами сирени, голубики, брусники, герберы, видами орхидей. В 2005 г. Центральный ботанический сад НАН Беларуси получил Свидетельство Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на коллекцию асептических культур хозяйственно-полезных растений. В течение 2011-2017 годов в состав коллекции включены лекарственные растения: многоколосник морщинистый (*Agastache rugosa*), кадило сарматское (*Melitis sarmatica*), наперстянки (*Digitalis purpurea*, *D. lanata*, *D. grandiflora*), рута душистая (*Ruta graveolens* L.), шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi), синюха голубая (*Polemonium coeruleum* L.), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.), воробейник лекарственный (*Lithospermum officinale* L.), стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni), зверобой кустарниковый (*Hypericum patulum* Hidcote), полынь беловойлочная (*Artemisia hololeuca*), расторопша пятнистая (*Silybum marianum*); виды и сорта сирени (*Syringa* L.), родорендрона (*Rhododendron* L.), голубики (*Vaccinium corymbosum* L.), пальчатокоренника (*Dactylorhiza* Neck.).

Часто депонирование образцов в коллекциях осуществляется помещением растительного материала в условия, тормозящие рост, деление и метаболизм его клеток, что позволяет реже менять питательные среды и потому существенно сокращать затраты на содержание коллекций вегетативно размножаемых растений. Этот приём широко используется во всём мире, поскольку позволяет эффективно сохранять практически все клоны и сорта ценных лекарственных, плодовых, ягодных, декоративных и культур.

Использование биотехнологических методов для создания новых форм. Уникальным и эффективным способом повышения генетического разнообразия является использование соматоклональной вариабельности, наряду с андрогенезом, гиногенезом, эмбриокультурой. Среди соматоклонов (измененных растений-регенерантов) можно отобрать индивиды с полезными признаками. Например, среди соматоклонов сахарного тростника были отобраны растения, устойчивые к вирусу Фиджи, желтой пятнистости и ложной мучнистой росе. В Венгрии выделены соматоклоны пшеницы, обладающие повышенной холодостойкостью. В ЦБС НАН Беларуси, Отделе биохимии и биотехнологии растений разработана биотехнологическая схема клеточной селекции многоколосника морщинистого (*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey, Kuntze), получения соматоклональных генотипов с повышенным содержанием биологически активных веществ. Биохимический анализ выявил высокую активность синтеза фенольных соединений и флавонолов в отобранных регенерантах, с максимальными значениями для соматоклона 11. Разработанная маркерная RAPD+ISSR система дифференцирования генотипов *A. rugosa* позволила оценить дискретность генотипов соматоклонов, а также исходной формы и идентифицировать соматоклон 11 как наиболее генетически удаленный от исходной формы [2]. В ЦБС НАН Беларуси получены каллусные и суспензионные линии расторопши красноцветкового сорта Золушка и белоцветкового сортообразца и установлены их физиолого-биохимические характеристики. Подобраны модификаторы метаболизма, определены белки-маркеры и изучен антиоксидантный потенциал. Получены суспензионные культуры, демонстрирующие высокую продуктивность по биомассе и содержанию вторичных метаболитов с выраженной антиоксидантной активностью [3].

Быстрое и эффективное размножение ценных генотипов (клональное микроразмножение). После отбора удачных генотипов встает проблема их сохранения и активного размножения. На основании изучения экспериментального морфогенеза *in vitro* созданы технологии клонального микроразмножения растений, которые стали уже успешной коммерческой областью учреждения, проводимые на базе НПО «Биотехкомплекс».

Преимущества клонального микроразмножения, по сравнению с традиционными методами, заключается в значительно более высоком коэффициенте размножения.

Принципиально важно, что клональное микроразмножение часто сопровождается оздоровлением растений. В ЦБС НАН Беларуси разработаны промышленные технологические линии по размножению следующих культур методами культуры *in vitro*: виды и сорта рода сирени (*Syringa* L.), родорендрона (*Rhododendron* L.), голубики (*Vaccinium corymbosum* L.) и др. [].

Паспортизация и молекулярная диагностика лекарственных растительных ресурсов.

В ЦБС для оценки генетического разнообразия популяций, образцов коллекций и сортов, проводят генотипирование или генетическую паспортизацию. Это означает, что для каждой особи или формы определяют наличие или характер проявления у нее множества молекулярно-генетических маркеров. В конечном счете, количество анализируемых локусов должно быть настолько велико, чтобы по ним можно было отличить любые особи или формы в коллекции. [3].

Отделом биохимии и биотехнологии растений предложен комплексный подход, основанный на ПЦР с использованием произвольных (RAPD) и микросателлитных (ISSR) праймеров для оценки генетического разнообразия, паспортизации сортов хозяйственно-ценных и лекарственных ботанических коллекций ЦБС НАН Беларуси. Разработаны специфические маркеры для создания уникальных генотипических профилей, на основе которых созданы паспорта сортов следующих ботанических коллекций ЦБС НАН Беларуси: голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L.) амаранта (*Amaranthus* L.), курильского чая кустарникового (*Potentilla fruticosa* L.), видов рода сирень (*Syringa* L.) и видов рода пажитник (*Trigonella*), расторопши пятнистой (*Silybum marianum*); рода чернушка (*Nigella* L.), многоколосника морщинистого (*Agastache rugosa*) и др..

В 2015 году были открыты новые направления научных исследований. В их числе изучение популяционно-генетического ресурса редких и исчезающих растений Республики Беларусь, занесенных в Красную Книгу, и проведено комплексное обследование популяций 3-х видов водных растений *Salvinia natans* L., *Trapa natans* L., *Isoetes lacustris* L. и *Osmunda regalis* L. и морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.)

В рамках Интернет-проекта Hortus Botanicus Centralis Info создан раздел молекулярно-генетических паспортов, где представляется материал по изучаемым коллекциям.

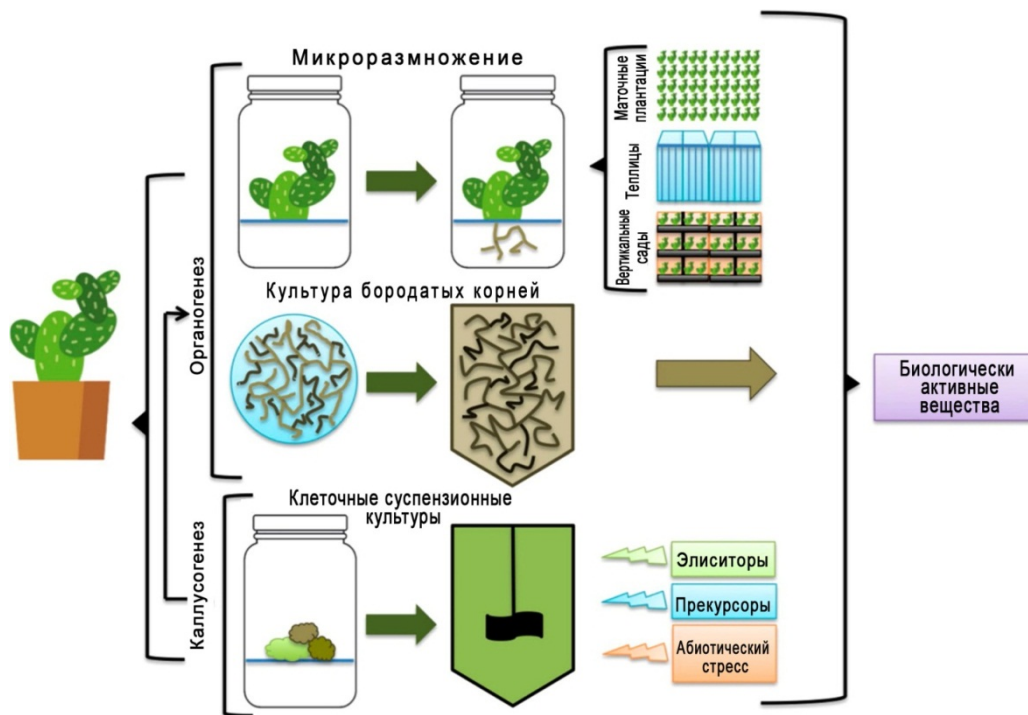


Рисунок – Общая схема биотехнологических исследований и разработок

Задачами на долгосрочную (10 лет) перспективу является становление системной биологии растений как междисциплинарного направления науки, интегрирующей знания о взаимодействиях в информационных и метаболических системах растений, полученные на основе различных экспериментальных исследований (геномных, транскриптомных, протеомных, метаболомных) и моделирования на их основе свойств биологической системы (растение), которые нельзя объяснить суммой свойств ее составляющих. Результатом таких исследований является создание модели метаболизма природной, а также гипотетической клетки (ткани), позволяющей разработать и использовать новые способы контроля и регуляции метаболизма на устойчивость или сверхсинтез

целевого растительного продукта. Общая схема биотехнологических исследований и разработок показана на рис.1, составлена на основе исследований отдела биохимии и биотехнологии растений и по [4, 5]. Биотехнологические методы предлагают возможность не только быстрого клонирования и сохранения генотипа растений, но и для модификации их генной активности, регуляции и экспрессии для производства ценных веществ в больших количествах или с лучшими свойствами.

Список использованных источников

1. Решетников В.Н., Спиридович Е.В., Носов А.М. Биотехнология растений и перспективы ее развития. Физиология растений и генетика, 2014, Т. 46, № 1. – С.3-18.
2. Спиридович Е.В. Ботанические коллекции: документирование и биотехнологические аспекты использования / Е.В. Спиридович – Минск: Белорусская наука, 2015. – 226 с.
3. Коллекции асептических культур и банки ДНК редких и хозяйственно-ценных растений / Спиридович Е.В., Власова А.Б., Чижик О.В., Козлова О.Н., Вайновская И.Ф., Решетников В.Н. – с. 312-318. / Коллективная монография «Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Четыре четверти, 2019. – 452 с. – ISBN 978-985-581-352-2.
4. Alvarez M. A. Plant biotechnology for health. – Springer International Pu, 2016.
5. Megersa H. G. Propagation methods of selected horticultural crops by specialized organs: review //J Hortic. – 2017. – Т. 4. – №. 198. – С. 2376-0354.1000198.