

Таким образом, в ходе исследования было установлено, что в условиях антропогенного загрязнения происходят изменения элементного состава хвои сосны обыкновенной, которые проявляются в накоплении элементов, преимущественно связанных с техногенезом. На основе его анализа может быть проведена диагностика состояния фитоценозов городской среды. При этом следует отметить, что листовая диагностика имеет ряд преимуществ перед почвенной, поскольку в последнем случае не всегда проявляется зависимость между содержанием элементов в почве, химическим составом хвои и ее продуктивностью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хомич, В. С. Городская среда: геоэкологические аспекты / В. С. Хомич, С. В. Какаренко, Т. И. Кухарик // под ред. В. С. Хомича. Минск : Беларуская навука, 2013. – 301 с.
2. Väisänen, A. Determination of mineral and trace element concentrations in pine needles by ICP-OES: evaluation of different sample pre-treatment methods/ A. Väisänen, P. Laatikainen, A. Ilander, S. Renvall //International Journal of Environmental and Analytical Chemistry. – 2008. – V. 88. – №. 14. – P. 1005-1016.
3. Miller, J. Statistics and chemometrics for analytical chemistry / J. Miller, J. Miller // USA: Pearson Education, 2018.–297 p.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

## ADDITIONAL METHODS FOR PRESERVING THE GENE POOL OF POPULATIONS OF RARE SPECIES OF MEDICINAL PLANTS

**А. Г. Чернецкая<sup>1</sup>, Т. В. Юнкевич<sup>2</sup>, Т. В. Каленчук<sup>2</sup>**  
**A. Chernetskaya<sup>1</sup>, T. Yunkevich<sup>2</sup>, T. Kalenchuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» БГУ, г. Минск

<sup>2</sup>Учреждение образования «Полесский государственный университет», г. Пинск  
tatyana\_yunkevich@mail.ru

<sup>1</sup>Belarussian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Republic of Belarus Educational establishment «Polessky State University», Pinsk

Для эффективного сохранения генофонда охраняемых растений *ex situ* используется широкий круг методов и подходов, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками. К настоящему времени получен значительный опыт по сохранению генетических ресурсов растений, важных в основном для аграрного сектора, с использованием разного температурного режима, по всему миру созданы генные банки. К сожалению, криоконсервация семян и различного другого растительного материала успешно применяется в основном для сельскохозяйственных культур, а опыты для сохранения генофонда редких и исчезающих видов растений не столь распространены. Необходимы исследования возможности устойчивого воспроизводства генофонда отдельных редких и исчезающих видов. Применение микроклонального размножения охраняемых растений – это дополнительный способ сохранения их генофонда и предпосылка репатриации видов, исчезающих в природе. Разработка эффективных методов микроклонального размножения является основой работ по созданию генетических банков *in vitro* редких и исчезающих видов растений, а также одним из перспективных направлений сохранения биоразнообразия в целом.

To effectively conserve the gene pool of protected plants *ex situ*, a wide range of methods and approaches is used, each of which has its own advantages and disadvantages. To date, considerable experience has been gained in the preservation of plant genetic resources, which are important mainly for the agricultural sector, using different temperature regimes; gene banks have been created all over the world. Unfortunately, cryopreservation of seeds and various other plant material is successfully used mainly for agricultural crops, and experiments to preserve the gene pool of rare and endangered plant species are not so widespread. It is necessary to investigate the possibility of sustainable reproduction of the gene pool of certain rare and endangered species. The use of microclonal reproduction of protected plants is an additional way to preserve their gene pool and a prerequisite for the repatriation of species that are disappearing in nature. The development of effective methods of microclonal reproduction is the basis of work on the creation of *in vitro* genetic banks of rare and endangered plant species, as well as one of the promising directions for the conservation of biodiversity in general.

**Ключевые слова:** охраняемые растения, генофонд, криоконсервация, микроклональное размножение, реинтродукция.

**Keywords:** protected plants, gene pool, cryopreservation, micropropagation, reintroduction.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-371-374>

Значительную часть растений, имеющих потенциально важное значение в качестве источников лекарственного сырья при условии введения в культуру, составляют редкие и исчезающие виды, генофонд которых в большинстве случаев находится в опасности деградации.

Цель нашей работы – на основе изучения состояния популяций охраняемых лекарственных растений, разработать дополнительные способы сохранения генофонда популяций редких видов лекарственных растений.

По коллекционному генофонду лекарственных и пряно-ароматических растений проводилась классификация видообразцов по хозяйственно-полезным признакам. Согласно проведенной литературной проработке коллекционный генофонд лекарственных и пряно-ароматических растений лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов по полезным свойствам делятся на следующие группы: пищевые, кормовые, парфюмерные, дубильные, медоносные, технические, инсектицидные, фитомелиоративные, красильные, ратицидные, ядовитые, лекарственные (рисунок 1).

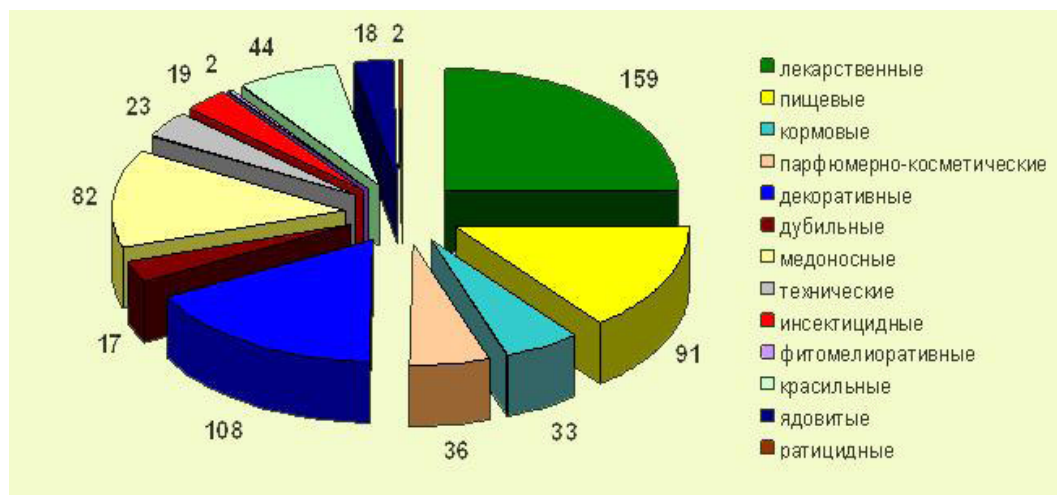


Рис. 1 – Классификация видообразцов лекарственных и пряно-ароматических растений по хозяйственно-полезным свойствам

Наибольшим числом видов представлены группы: лекарственные (159 видов), пищевые (91 вид), медоносные (82 вида) и декоративные (108 видов). В группе лекарственных представители семейства *Asteraceae Dumort* – 21% (33 вида), *Apiaceae Lindl.* и *Rosaceae Juss.* по 9% 14 видов, *Lamiaceae Lindl.* составляют 24% или 38 видов. Что касается пищевых растений то большим видовым разнообразием представлены виды семейства *Lamiaceae Lindl.* – 32% (29 видов) и *Asteraceae Dumort* 18% (16 видов). Из медоносных самым многочисленным – 43% или 35 видов является также семейство *Lamiaceae Lindl.*, которое также занимает лидирующее положение среди декоративных интродуцентов – 27% (29 видов). Ресурсные группы фитомелиоративные, ядовитые и ратицидные малочисленны и представлены в общей сложности 22 видами. Среди них ядовитых – 18, фитомелиоративных – 2 и ратицидных – 2.

Действенной мерой может быть культивирование растений в условиях *ex situ* и путем реинтродукции в природные местообитания, особенно в охраняемые человеком – в ООПТ разных форм.

Одной из экологических проблем, является сохранение биологического разнообразия растений редких и исчезающих видов, имеющих ресурсную и биоценотическую ценность.

В настоящее время сокращение биологического разнообразия является одной из наиболее важных экологических проблем во всем мире, в том числе и в Беларуси. В составе флоры нашей республики в последнее столетие уже не обнаруживаются 52 аборигенных вида [3]. Ряд видов находится на грани исчезновения. Для разработки адекватных мер охраны и рекомендаций по восстановлению биоразнообразия необходима полная оценка их современного состояния и степени устойчивости.

В Беларуси к настоящему времени накоплен значительный фактографический материал о местах произрастания охраняемых видов растений. Наиболее важно сохранение растений I категории – наивысшей национальной природоохранной значимости. Включает таксоны, имеющие очень низкую или быстро сокращающуюся численность, сохранение популяции которых невозможно без проведения комплексов специальных мер. Также включает таксоны, национальная популяция которых имеет высокую международную значимость.

Актуальным является определение приоритетных видов в пределах их групп, в том числе лекарственных растений. Необходимы исследования возможности устойчивого воспроизводства генофонда отдельных редких и исчезающих видов в охраняемых территориях в целях определения мер, уменьшающих воздействие факторов, обуславливающих угрозу. В случаях, когда большая часть ареала и генофонда находится вне ООПТ, нужна активность по созданию новых таких объектов. Для таксонов с широкими эколого-географическими ареалами целесообразно проведение мониторинга состояния генофонда. В этих целях невозможно обойтись без масштаб-

ных исследований популяционной структуры растений. Обзор литературы доказывает, что эти звенья являются наиболее слабыми при осуществлении деятельности по сохранению генетических ресурсов *in situ*.

Для эффективного сохранения генофонда растений *ex situ* используется широкий круг методов и подходов, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками.

К настоящему времени получен значительный, более чем сорокапятилетний опыт по сохранению генетических ресурсов растений, важных в основном для аграрного сектора, с использованием разного температурного режима (Plant Genetic Resources). Определены виды, для которых рекомендовано долговременное (50-100 лет) и менее длительное (до 30 лет) хранение (Smith, 1986). По всему миру созданы генные банки (Crop Genetic Resources..., 1984). Представление о масштабах проведенной в мире работы по созданию банков семян дают таблицы 1[1] (FAO..., 1996) и 2 [2]. Каждая из таких организаций имеет свою специализацию. С 70-х годов прошлого века в генетических банках (частных, национальных, международных) содержится более 6 миллионов образцов.

Таблица 1 – Наиболее важные коллекции растений *ex situ* Европы и США

Организация	Число образцов
National Seed Storage Laboratory, USA	268 000
Всероссийский институт растениеводства (ВИР), Россия	177 680
IPK, Gatersleben, Германия	103 000
Italian Genebank, Bari, Италия	55 806
Hungarian Genebank, Taposzele, Венгрия	45 833
Plant Breeding Acclimatization Institute, Radzikow, Польша	44 883
Nordic Gene Bank, Alnarp, Швеция	27 303

Таблица 2 – Семенные банки ботанических садов Европы (по: Laliberte, 1994)

Страна	Ботанический сад	Тип семенного банка	Число видов
Австрия	Vienna	S*	1500
Бельгия	Meise	L*	478
Дания	Copenhagen	S	7100
Франция	Porquerolles	L	1000
	Bordeaux	M*	600
	Nice	S	3140
Германия	Osnabrück	L	1750
	Düsseldorf	L	58
	Ulm	M	150
Исландия	Reykjavik	M	550
Нидерланды	Utrecht	M	700
	Nijmegen	M	440
Норвегия	Oslo	M	1300
Польша	Bydgoszcz	L	21
Словакия	Mlynany	M	230
Испания	Soller	L	100
	Barcelona	M	1722
	Madrid	M	2383
Швейцария	Geneva	L	31
Великобритания	Kew	L	3750
	Ness	S	700

\*Примечание: буквами L, M и S обозначены сохранение генофонда в долго-, средне- и краткосрочной перспективах.

Таким образом, хранение семян и тканей растений при ультранизких температурах в целях сохранения генофонда является достаточно перспективным и распространенным методом. В то же время он не лишен разнообразных недостатков. Во многих случаях отсутствует популяционный подход к отбору образцов, что особенно важно для дикорастущих видов. Многие виды отличаются быстрой потерей всхожести, в том числе за несколько часов или дней (например, мать-и-мачеха, виды тополя, ивы, березы, дуба и др.). Поэтому впереди предстоят исследования по изучению всхожести семян, роста и развития растений после длительного замораживания при

сверхнизких температурах. Угрожающие темпы снижения видового разнообразия могут не позволить «роскоши» ожидания результатов этих долговременных экспериментов. Кроме того, новое дорогостоящее оборудование для криоконсервации, управляемое при помощи компьютеров, в условиях России, видимо, еще не скоро получит массовое распространение.

Трудность заключается еще и в том, что до внедрения криоконсервации для отдельных видов необходимо провести эксперименты по изучению реакции организмов (всхожести, ритма развития и т.д.) на сверхнизкие температуры, которая показывает строгую видоспецифичность. Имеется опасность самоклональной изменчивости, возникновения генетической нестабильности.

К сожалению, криоконсервация семян и различного другого растительного материала успешно применяется в основном для сельскохозяйственных культур (что не удивительно, учитывая их экономическое значение), а опыты для сохранения генофонда редких и исчезающих видов растений не столь распространены. Случаев применения криоконсервации для этой категории сравнительно немного.

Выполнение работ по содержанию коллекции редких (охраняемых) растений флоры Беларуси, изучению их биологии и репродуктивной способности, а также формирование семенного фонда этих растений и выращивание их рассады в качестве страховых фондов, является одним из возможных методов сохранения исчезающих видов, увеличения их численности и соответственно расширения культигенного ареала. Введение в культуру охраняемых видов, имеющих практическое значение, позволяет существенно снизить антропогенное давление на их природные популяции, а, следовательно, является эффективным методом сохранения охраняемых видов в естественных ценозах. Пока коллекционный генофонд редких и находящихся под угрозой исчезновения растений природной флоры Беларуси, сформированный в ЦБС НАН Беларуси является единственным в республике центром по изучению и сохранению биоразнообразия *ex situ*.

Необходимы исследования возможности устойчивого воспроизводства генофонда отдельных редких и исчезающих видов. Для таксонов с широкими эколого-географическими ареалами целесообразно проведение мониторинга состояния генофонда. В этих целях невозможно обойтись без масштабных исследований популяционной структуры растений. Обзор литературы доказывает, что эти звенья являются наиболее слабыми при осуществлении деятельности по сохранению генетических ресурсов *in situ*.

Применение микроклонального размножения охраняемых растений – это дополнительный способ сохранения их генофонда и предпосылка репатриации видов, исчезающих в природе. Особенно резко сокращается численность видов лекарственных и декоративных растений под воздействием различных антропогенных факторов. Важными являются специальные меры не только по сохранению их в естественных ценозах, но и целенаправленное разведение их в культуре – наиболее надежный способ сохранения *ex situ*, поскольку, это мероприятие будет способствовать созданию резервных фондов растений и даст возможность реинтродукции их в естественные ценозы.

Использование системы *in vitro* по сравнению с традиционными методами поддержания коллекций растений имеет ряд преимуществ: высокие коэффициенты размножения; миниатюризация процесса, приводящая к экономии площадей, занятых маточными и размножаемыми растениями; оздоровление посадочного материала от нематод, грибов и бактерий, вызывающих болезни растений; возможность длительного депонирования образцов с меньшими затратами на хранение. В условиях *in vitro* удастся размножить и укоренить те растения, которые трудно размножаются традиционным способом.

В коллекциях *in vitro* необходимо сохранять уникальные ассоциации генов, то есть генотипы различных популяций. Поэтому отбор образцов для сохранения *ex situ* следует проводить с использованием современных методов молекулярной биологии для анализа генетического полиморфизма.

При подборе оптимальных режимов сохранения редких и исчезающих видов растений необходимо, чтобы образцы находились в жизнеспособном состоянии и генетической подлинности. Молекулярно-генетическое исследование при работе с редкими и исчезающими видами растений позволяет провести генетическую идентификацию и паспортизацию, как исходных растений, так и регенерантов, сохраняющихся в коллекциях *in vitro*.

Разработка эффективных методов микроклонального размножения является основой работ по созданию генетических банков *in vitro* редких и исчезающих видов растений, а также одним из перспективных направлений сохранения биоразнообразия в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Farnsworth, N. Global importance of medicinal plants/ N.Farnsworth, D.Soejarto // The conservation of medicinal plants. Proc. Int. consultations (21-27 March 1988, Chiang Mai, Thailand, O.Akerele, H.Synge, eds.). - Cambridge: Cambridge university press. - 2018. - P. 25-47.
2. Hamrick, J.L. Correlation between species traits and allozyme diversity: Implication for conservation biology/ J.L. Hamrick // Genetics and conservation of rare plants (Falk, D.A. and K.E. Holsinger, eds). - Oxford University Press, Oxford, UK, 1991. - P. 75-86.
3. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений // И.М. Качановский, М.Е. Никифоров, В.И. Парфёнов [и др.]. – Минск: «Беларуская Энцыклапедыя» імя Петруся Броўкі, 2015. – 448 с. - ISBN 978-985-11-0843-1.