

Государственное научное учреждение
«Институт природопользования НАН Беларуси»
Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О ЗЕМЛЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сборник материалов
V Международной научно-практической конференции

Брест, 27–29 сентября 2021 года

В двух частях

Часть 2

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2021

УДК 551.1/4
ББК 26.3
А 43

*Рекомендовано редакционно-издательским советом учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»*

Редакционная коллегия:

С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек

Рецензенты:

заведующий лабораторией трансграничного загрязнения
Института природопользования НАН Беларуси
доктор технических наук **С. В. Какарека**

главный научный сотрудник Института телекоммуникаций
и глобального информационного пространства НАН Украины
доктор технических наук **Е. А. Яковлев**

А 43 **Актуальные** проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 27–29 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест : БрГУ, 2021. – Ч. 2. – 226 с.
ISBN 978-985-22-0333-3 (ч. 2).
ISBN 978-985-22-0331-9.

В сборник включены материалы, посвященные различным вопросам геологии, минералогии, географии, экологии и природопользования.

Издание адресовано ученым и специалистам, а также аспирантам и студентам соответствующего профиля.

**УДК 551.1/4
ББК 26.3**

**ISBN 978-985-22-0333-3 (ч. 2)
ISBN 978-985-22-0331-9**

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2021

Продолжение таблицы 2

Умеренная	Пыльные бури высокой и повышенной интенсивности, заболачивание, подтопление, локально – реальный карст, эоловая аккумуляция, гравитационные процессы, суммарный показатель ТПГ – до 6000–8000 м ³ /км ² , на значительных площадях – до 12 000 м ³ /км ²
Пониженная	Дефляции высокой интенсивности, заболачивание, подтопление, на значительных площадях – реальный карст, локально – сейсмичность интенсивностью до 5–6 баллов, суммарный показатель ТПГ – до 8000 м ³ /км ² , местами – более 12 000 м ³ /км ²
Низкая в зонах активных разломов	Комплексные аномалии геофизических полей, высокие содержания ряда микроэлементов (Cr, Co, Mn, Rn и др.) в покровных отложениях и почвенном воздухе, подъем минерализованных вод, повышение скорости вертикальных движений земной коры до 20 мм/год и более

Полученные результаты можно использовать при обосновании крупных строительных проектов, планировании и реализации природоохранных мероприятий, разработке схем рационального использования территорий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, А. В. Особенности проявления современного морфогенеза на территории Беларуси / А. В. Матвеев // *Вопр. географии.* – 2015. – Сб. 140 : Современная геоморфология. – С. 380–395.
2. Природные опасности России : в 6 т. / под общ. ред. В. И. Осипова, С. К. Шойгу. – М. : КРУК, 2002–2003. – 6 т.
3. Опасные экзогенные процессы / В. И. Осипов [и др.] ; под ред. В. И. Осипова. – М. : ГЕОС, 1999. – 290 с.
4. Матвеев, А. В. Современная геодинамика территории юго-западной Беларуси / А. В. Матвеев, Е. А. Кухарик // *Літасфера.* – 2019. – № 2 (51). – С. 36–44.
5. Матвеев, А. В. Современные геологические процессы на территории восточной части Белорусского Полесья / А. В. Матвеев // *Докл. Нац. акад. наук Беларуси.* – 2020. – Т. 64, № 2. – С. 217–224.

УДК 502:582.923.1+581.5+58.084

О. Ю. МАЙОРОВА, М. З. ПРОКОПЬЯК, Л. Р. ГРИЦАК, Н. М. ДРОБЫК

Украина, Тернополь, ТНПУ имени Владимира Гнатюка

E-mail: majorova@chem-bio.com.ua

СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В мире насчитывается более 21 тыс. лекарственных растений. В Украине лекарственные виды растений занимают менее 10 % территории. При этом около 85 % лекарственного растительного сырья заготавливают в природных местах произрастания

видов. В Украине промышленной заготовкой и культивированием лекарственных растений занимаются с XVIII в. [1]. В последние десятилетия наблюдается увеличение спроса на лекарственные растительные средства и биологические активные вещества (БАВ). Это стимулирует расширение производства, усовершенствование технологий переработки растительного сырья, увеличение объемов его заготовки на фоне повышения требований к его качеству. В связи с этим ведется поиск не только альтернативных методов получения лекарственного сырья, но и способов сохранения и восстановления его природных запасов. С каждым годом расширяют площади для культивирования лекарственных растений, увеличивается их видовое разнообразие. При этом особенности биологии многих видов усложняют агротехнику их выращивания на искусственных плантациях [2]. Не являются исключением и виды рода Горечавка (*Gentiana* L.).

Лекарственное сырье представителей этого рода повсеместно используется в официальной и народной мировой медицине. Лекарственные свойства этих растений обусловлены синтезом в их надземной и подземной частях широкого спектра БАВ, а именно: иридоидов, алкалоидов, ксантонов, флаваноидов, фенолкарбоновых кислот и т. п. Их эффект на организм человека проявляется в регуляции деятельности пищеварительной, дыхательной, выделительной систем, улучшении обмена веществ и т. п. [3]. Сложность семенного возобновления большинства видов горечавок, неконтролируемая заготовка их лекарственного сырья, декоративные свойства некоторых представителей рода, постпастьбищные и климатические демулационные изменения видового разнообразия растительных сообществ являются основными причинами сокращения их ареалов и нарушения структуры популяций. В связи с этим в перечень краснокнижных видов включены 7 из 10 видов рода Горечавка, из которых природоохранный статус «исчезающий» определен для четырех (*Gentiana lutea* L., *Gentiana nivalis* L., *Gentiana utriculosa* L., *Gentiana verna* L.), «уязвимый» – для *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L., статус редкого вида имеет *Gentiana laciniata* Kit. ex Kanitz [4].

Для обеспечения фармацевтической промышленности альтернативным источником БАВ нами разработаны способы введения в условия *in vitro* и культивирования семи видов рода *Gentiana*:

1. Разработан способ получения исходного асептического материала для биотехнологических исследований, предусматривающий стерилизацию и проращивание *in vitro* стратифицированного семенного материала. Способ позволяет получать на протяжении всего года жизнеспособные, нормального морфологического строения проростки семи видов рода *Gentiana*: *G. acaulis*, *G. aslepiadea* L., *G. cruciata* L., *G. lutea*, *G. pneumonanthe* L., *G. punctata* и *G. verna*.

2. Разработана технология микроклонального размножения горечавок с использованием питательной среды Мурасиге – Скуга [5] с уменьшенным в два раза содержанием макро- и микросолей (МС/2). Экспериментально для каждого вида определены оптимальные соотношения регуляторов роста в составе питательной среды, способные стимулировать процесс микроклонирования. Разработанный способ позволяет получать до 20–100 тыс. побегов в год.

3. Подобраны условия для индукции каллусообразования и пролиферации каллуса для всех семи видов горечавок. Разработаны условия для длительного культивирования на агаризованной питательной среде культур тканей шести видов, за исключением *G. verna*. Для обеспечения процесса пролиферации этих культур необходимо использовать питательную среду МС/2, дополненную разными концентрациями регуляторов роста б-бензиламинопурина (БАП) и 2,4-дихлорфеноксиуксусной кис-

лоты (2,4-Д). Полученные каллусные культуры способны синтезировать флавоноиды и ксантоны. В большинстве случаев их содержание в сухой массе превышало либо было близким к значениям этих БАВ в корнях растений с природы.

4. Разработан способ двухэтапного получения и выращивания культур изолированных корней изучаемых видов горечавок с высокими индексами роста. В большинстве случаев такие культуры характеризуются более высоким уровнем синтеза флавоноидов и ксантонов, по сравнению с неморфогенными культурами, а также корнями растений с природы. Способ позволяет с 1 л питательной среды через 4–6 недель культивирования получить биомассу, соответствующую массе корней 10–12-летнего растения с природы.

Согласно проведенным комплексным физиолого-биохимическим и генетическим исследованиям, разработанные нами технологии способствуют накоплению в культурах тканей и изолированных органов БАВ в концентрации, соответствующей их содержанию в корнях растений с природы или превышающей ее. Это создает ряд перспектив для использования разработанных технологий. Во-первых, они позволяют использовать культуры *in vitro* как альтернативный источник растительного сырья для фармацевтической промышленности. Во-вторых, позволяют создать коллекции растений *in vitro* и культур их тканей для сохранения генофонда исчезающих видов.

Кроме того, на примере вида *G. lutea* нами разработана и апробирована схема репатриации его деградированных популяций посадочным материалом, полученным с применением биотехнологических методов. Эта схема предусматривает последовательное выполнение следующих этапов:

- стерилизация семян и их проращивание на питательной среде МС/2. Сочетание холодной стратификации и предпосевной обработки материала гиббереллиновой кислотой (ГК₃) концентрацией 600 мг/л на протяжении 14 часов позволило значительно увеличить показатели всхожести семян. Схема стерилизации семян *G. lutea* включала следующие этапы: обработка раствором детергента на протяжении 45 мин.; промывание проточной водой на протяжении 30 мин.; предпосевное замачивание в растворе ГК₃ (600 мг/л); промывание проточной водой; предварительная стерилизация 96 %-ным этанолом на протяжении 10 с; 2-кратное промывание дистиллированной водой; замачивание в 15 %-ном растворе H₂O₂ на протяжении 45 мин.; 2-кратное промывание стерильной дистиллированной водой. Семена *G. lutea* прорастают только в условиях освещения. Первые всходы появляются на 15–18-е сутки.

- Полученные асептические растения доращивали на питательной среде МС/2, содержащей 0,1–0,15 мг/л кинетина (Кин). Спустя каждые три месяца растения черенковали (средняя длина черенков – 15–20 мм) и высаживали на свежую питательную среду.

- Для микрклонального размножения использовали жидкую питательную среду МС/2, дополненную 0,05 мг/л БАП и 0,1 мг/л Кин. В качестве эксплантов использовали стеблевые черенки 2–3-месячных растений. К формированию побегов из адвентивных почек были способны 74,5–93,4 % черенков, на каждом из них развивалось 5–6 побегов.

- Полученные адвентивные побеги укореняли на питательной среде МС/2 с уменьшенным в два раза содержанием NH₄NO₃, без витаминов и сахарозы, дополненной 3 г/л маннитола и 0,05 мг/л Кин; либо на среде МС/2 с поэтапным уменьшением в ней концентрации сахарозы с 10 г/л до 2 г/л и с последующим укоренением побегов в водопроводной воде.

- Укорененные растения высаживали в пластиковые контейнеры с крышками, заполненные почвой (тип «универсальная»). Растения постепенно адаптировали к условиям *ex vitro*, увеличивая длительность их воздушных экспозиций с 10 до 30 мин.

– Адаптированные к условиям *ex vitro* растения высаживали в природные экотопы произрастания горечавки желтой. При этом выбирали участки с нарушенным травянистым покрытием.

Реализация такой схемы позволила 51 % растений, полученных с использованием биотехнологических методов, адаптироваться к природным условиям. Это свидетельствует об эффективности и целесообразности использования представленного способа для восстановления популяций горечавок.

Таким образом, нами разработаны эффективные способы введения и культивирования в условиях *in vitro* семи видов рода *Gentiana*. Эти технологии может успешно использовать фармацевтическая промышленность для получения растительного сырья. Предложенный способ репатриации популяций с использованием полученных *in vitro* растений можно успешно применять для возобновления популяций редких видов, что поможет решить проблему сохранения фиторазнообразия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скибіцька, М. Історія вивчення лікарських рослин в Україні. Праці наукового товариства ім. Шевченка / М. Скибіцька // Екол. зб. – 2014. – Т. 39. – С. 163–180.
2. Ресурсознавство лікарських рослин : посіб. для студентів спеціальності «Фармація» / за ред. В. С. Кисличенко. – Харків : Вид-во НФаУ, 2015. – 136 с.
3. Грицик, А. Р. Використання рослин видів роду Тирлич (*Gentiana* L.) в медицині / А. Р. Грицик, Л. В. Бензель, Н. П. Цвеюк // Фармац. журн. – 2003. – № 2. – С. 91–97.
4. Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ) : Наказ Міндовкілля від 15.02.2021 : набрав чинності 09.04.2021 р.
5. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant.* – 1962. – Vol. 15, № 13. – P. 473–497.

УДК 662.331:878

Т. И. МАКАРЕНКО, В. Б. КУНЦЕВИЧ, А. Э. ТОМСОН

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: makarenko.ip@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТОРФЯНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Среди наиболее распространенных природных ресурсов торф всегда имел большое значение для народного хозяйства Республики Беларусь. Еще в конце 1940-х – начале 1950-х гг. в нашей стране было создано большое количество торфяных предприятий, которые обеспечивали топливом ряд теплоэлектростанций, промышленных предприятий и коммунально-бытовых учреждений. Уже в то время добыча торфа только на удобрение достигала значений около 10 млн т в год, что требовало ввода в эксплуатацию все новых месторождений. В связи с этим в течение 1949–1953 гг. осуществлены торфоразведочные работы на значительной территории БССР, в резуль-

Бикбулатова А. Р. Моделирование распространения союза <i>Cirsio-Brachypodium pinnati</i> на территории Республики Татарстан и Южного Предуралья.....	72
Богатырева Е. Н., Серая Т. М., Касьяненко И. И. Оценка миграции подвижных форм тяжелых металлов по профилю дерново-подзолистых почв в зоне влияния животноводческих комплексов.....	76
Бойко В. И., Шевцова П. Ю. Анатомическое строение стебля некоторых представителей семейства Пасленовые	78
Бровко Г. И., Залесский И. И., Неглядюк К. А. Активизация овражной эрозии на Мизочском кряже	81
Вовк Е. В., Злобина Е. С. Закономерности распределения тяжелых металлов в почвах малых городов Украинского Полесья	84
Гайдукевич О. М., Курзо Б. В., Ворона М. В., Кляуззе И. В. Оценка состава сапропеля озерно-болотного комплекса «Колдычевское-Корытино» для выбора направлений его использования	87
Галкин П. А., Красовская И. А., Галкин А. Н. Оценка измененности геологической среды территории Витебска	91
Гусев А. П. Методика фитоиндикационной оценки ландшафтно-экологических тенденций в геосистемах локального уровня	94
Злобина Е. С., Кураева И. В., Кошлякова Т. А., Азимов А. Т. Закономерности распределения тяжелых металлов в почвах зоны влияния полигона твердых бытовых отходов (на примере г. Киева)	97
Климович О. А. Трансформация почв поймы р. Мухавец в черте г. Бреста.....	100
Кокош Ю. Г., Какарека С. В., Кудревич М. А. Изучение трендов химического состава атмосферных осадков на территории г. Минска	103
Колбас А. П., Колбас Н. Ю., Четырбок Е. А., Пастухова М. А. Оценка эффективности растений-кандидатов и методов увеличения их фиторемедиационного потенциала в условиях полиэлементного загрязнения почв тяжелыми металлами	106
Колисник К. М., Кравец Н. Б., Грицак Л. Р., Чайка И. В., Богатюк И. А., Дробык Н. М. Сезонная динамика прорастания семян <i>Carlina onopordifolia</i> Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł, <i>Carlina cirsioides</i> Klokov и <i>Carlina acaulis</i> L. в условиях <i>in vitro</i>	109
Корженевич С. В. Антропогенное влияние на окружающую среду западной части Припятского Полесья в контексте демографического развития региона.....	112
Кочетков Д. А., Кубышкина Е. Н., Танчев Г. А. Сравнительная характеристика трансформации почв Калужской области и Республики Татарстан	115
Круковская О. Ю. Изучение структуры парка автомобильных транспортных средств в Беларуси для целей оценки выбросов загрязняющих веществ.....	117
Кураева И. В., Кошлякова Т. А., Злобина Е. С., Стыч О. И. Эколого-геохимические исследования объектов окружающей среды лесостепной зоны Украины на примере Национального природного парка «Пирятинский»	120
Кухарик Е. А. О критериях оценки степени комфортности геологической среды для жизнедеятельности населения	123
Майорова О. Ю., Прокопьяк М. З., Грицак Л. Р., Дробык Н. М. Сохранение и восстановление популяций лекарственных видов растений с использованием биотехнологических методов.....	126
Макаренко Т. И., Кунцевич В. Б., Томсон А. Э. Перспективы развития торфяной отрасли Республики Беларусь	129