

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 <sup>3</sup> /км <sup>2</sup> , на значительных площадях – до 12 000 м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>
Пониженная	Дефляции высокой интенсивности, заболачивание, подтопление, на значительных площадях – реальный карст, локально – сейсмичность интенсивностью до 5–6 баллов, суммарный показатель ТПГ – до 8000 м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup> , местами – более 12 000 м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>
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 (ГК<sub>3</sub>) 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 ГК<sub>3</sub> (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 Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub> 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 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 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-

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