Міністерство освіти і науки України
Житомирський державний університет імені Івана Франка

Український журнал природничих наук

№ 10

Науковий журнал,
заснований у 2022 році

Видавничий дім
«Гельветика»
2024

Видається за рішенням вченої ради Житомирського державного університету імені Івана Франка (протокол № 23 від 24.12.2024 року).

Головний редактор

Овчаренко Микола – габілітований доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, професор Інституту біології та охорони середовища Поморської академії наук (Слупськ, Республіка Польща)

Заступник головного редактора

Шелюк Юлія – доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Відповідальний секретар

Пацюк Марина – кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Члени редакційної колегії

Атасарал Шебнем – доктор наук, професор відділу розробки технології рибальства факультету морських наук Караденізького технічного університету (Трабзон, Турецька Республіка)

Боймуродов Хусніддін – доктор біологічних наук, професор кафедри біотехнології Самаркандського інституту ветеринарної медицини (Самарканд, Республіка Узбекистан)

Власенко Руслана – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Воловик Володимир – доктор географічних наук, доцент, професор кафедри географії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (Вінниця, Україна)

Гарбар Олександр – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Жовнерчук Ольга – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України (Київ, Україна)

Зайонц Тадеуш – доктор біологічних наук, професор Інституту захисту природи Польської академії наук (Краків, Польща)

Киричук Галина – доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Кичкирук Ольга – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Корнійчук Наталія – кандидат біологічних наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Кривенко Анна – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувачка кафедри захисту, генетики і селекції рослин Одеського державного аграрного університету (Одеса, Україна)

Кусяк Наталія – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Кюрчев Володимир – доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН, радник ректора, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного (Мелітополь, Україна)

Лаврик Олександр – доктор географічних наук, професор кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Листван Віталій – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Марченко Тетяна – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України (Одеса, Україна)

Міщенко Сергій – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри біології, здоров'я людини та методики навчання Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка (Глухів, Україна)

Мудрак Галина – кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (Вінниця, Україна)

Нестерчук Інна – кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Оксентюк Ярослава – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри медико-біологічних дисциплін Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Островський Ілля – доктор філософії (біологія/лімнологія), професор, старший науковий співробітник Інституту Океанографії і Лімнології, Кінеретська лімнологічна лабораторія (Хайфа, Ізраїль)

Пілярська Олена – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувачка відділу маркетингу та міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України (Одеса, Україна)

Семенюк Наталія – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту гідробіології НАН України (Київ, Україна)

Сидоренко Сергій – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії екології лісу, Українського ордена «Знак пошани» науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького Державного агентства лісових ресурсів України та НАН України (Харків, Україна)

Стадниченко Агнеса – доктор біологічних наук, професор кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Стунженас Вірмантас – доктор філософії (біологія і екологія), науковий співробітник лабораторії паразитології Центру дослідження природи Інституту екології (Вільнюс, Литовська Республіка)

Тітов Юрій – доктор хімічних наук, старший науковий співробітник Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна)

Томашик Василь – доктор хімічних наук, професор Інституту фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України (Київ, Україна)

Хом'як Іван – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Чайка Микола – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Чехній Віктор – кандидат географічних наук, старший науковий співробітник, учений секретар Інституту географії НАН України (Київ, Україна)

Чумак Володимир – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка (Житомир, Україна)

Наукове періодичне видання

Український журнал природничих наук: науковий журнал / [гол. ред. Овчаренко Микола, відп. ред. Шелюк Юлія]. Житомир: 2024. № 10. 286 с.

Реєстрація в Національній раді України з питань телебачення і радіомовлення (Рішення № 540 від 20.07.2023 р.).

Фахова реєстрація (категорія «Б»): Наказ МОН України № 491 від 27.04.2023 року (додаток 3)

Спеціальності: 091 Біологія, 101 Екологія, 102 Хімія, 106 Географія, 201 Агрономія; (галузі науки: біологічні, хімічні, географічні, сільськогосподарські)

Сайт видання: naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns
Макетування: Молодецька О. І.

В усіх статтях збережено орфографію та пунктуацію авторів.

Підписано до друку 25.12.2024 р. Формат 60х90/8. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman
Друк різографічний. Ум. друк. арк. 44,87. Тираж 300. Замовлення 1224/888

Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

ISSN: 2786-6335 print
ISSN: 2786-6343 online

© Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2024

Ministry of Education and Science of Ukraine
Zhytomyr Ivan Franko State University

Ukrainian Journal of Natural Sciences

№ 10

Scientific journal,
founded in 2022

Publishing House
“Helvetica”
2024

Approved for publication by the Academic Council of Zhytomyr Ivan Franko State University
(protocol № 23 dated from 24.12.2024).

Editor-in-chief
Ovcharenko Mykola – Doctor habilitatus of Sciences (Biology), Senior Researcher, Professor of Institute of Biology and Earth Sciences Pomeranian University in Słupsk (Slupsk, Republic of Poland)
Co-editor-in-chief
Shelyuk Yulya – Doctor of Sciences (Biology), Professor of Department of Botany, Biological Resources and Conservation of Biodiversity Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Executive Secretary
Patsyuk Maryna –PhD (Biology), Associate Professor of Department of Botany, Biological Resources and Conservation of Biological Diversity Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Members of the Editorial Board
Atasaral Şebnem – Doctor Sciences in Fisheries Technology Engineering, Assistant Professor of the Department of Fisheries Technology Engineering of Karadeniz Technical University (Trabzon, Turkey)
Boymurodov Husniddin – Doctor of Sciences (Biology), Professor of Biotechnology Department of Samarkand Institute of Veterinary and Medicine (Samarkand, Uzbekistan Repuplic)
Vlasenko Ruslana – PhD (Biology), Associate Professor of the Department of Ecology and Geography Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Volovyk Volodymyr – Doctor of Sciences (Geography), Professor of the Department of Geography Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi Pedagogical University (Vinnytsia, Ukraine)
Harbar Oleksandr – Doctor of Sciences (Biology), Professor, Head of the Department of Ecology and Geography Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Zhovnerchuk Olga – PhD (Biology), Senior Researcher of I. I. Schmalhausen Institute of Zoology NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
Zając Tadeusz – PhD (Biology), Professor of the Institute of Nature Conservation of the Polish Academy of Sciences (Krakow, Poland)
Kyrychuk Halyna – Doctor of Sciences (Biology), Professor of Department of Botany, Biological Resources and Conservation of Biological Diversity Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Kychkyruk Olga – PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Chemistry Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Korniichuk Nataliia – PhD (Biology), Associate Professor of Department of Medical and Biological Bases of Physical Education and Sport Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Kryvenko Anna – Doctor of Sciences (Agricultural), Professor, Head of the Department of Plant Protection, Genetics and Breeding, Odessa State Agrarian University (Odesa, Ukraine)
Kusiak Nataliia – PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Chemistry Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Kyurchev Volodymyr – Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University (Melitopol, Ukraine)
Lavryk Oleksandr – Doctor of Sciences (Geography), Professor of the Department of Ecology and Geography Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Lystvan Vitalii – PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Chemistry Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Marchenko Tetiana – Doctor of Sciences (Agricultural), Senior Researcher, Head of the Department of Crop Breeding, Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Odesa, Ukraine)
Mishchenko Serhii – Doctor of Sciences (Agricultural), Senior Researcher, Associate Professor at the Department of Biology, Human Health and Teaching Methods. Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University (Hlukhiv, Ukraine)
Mudrak Halyna – PhD (Geography), Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection, Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)
Nesterchuk Inna – PhD (Geography), Associate Professor of the Department of Ecology and Geography Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Oksentiuk Yaroslava – PhD (Biology), Senior Lecturer of Department of Medical and Biological Bases of Physical Education and Sport Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Ostrovsky Ilia – PhD (Aquatic Biology/Limnology), Professor, Senior Scientist of Israel Oceanographic and Limnological Research, Yigal Allon Kinneret Limnological Laboratory (Haifa, Israel)
Piliarska Olena – PhD (Agricultural), Senior Researcher, Head of the Department of Marketing and International Activities, Institute of Climate-Smart Agriculture, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Odesa, Ukraine)
Semenyuk Nataliia – Doctor of Sciences (Biology), Senior Researcher of Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
Sydorenko Serhii – PhD (Agricultural), Senior Researcher Laboratory of Forest Ecology, Ukrainian order "Sign of Honour" Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky State Forest Resources Agency of Ukraine and the National Academy of Sciences of Ukraine (Kharkiv, Ukraine)
Stadnychenko Agnesa – Doctor of Sciences (Biology), Professor of Department of Zoology, Biological Monitoring and Nature Conservation Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Stunžėnas Virmantas – PhD (Biology and Ecology), Senior researcher of Parasitology laboratory of the Nature Research Centre of the Institute of Ecology (Vilnius, Lithuania)
Titov Yuriy – Doctor of Sciences (Chemistry), Senior Research at Taras Shevchenko National University (Kyiv, Ukraine)
Tomashyk Vasyl – Doctor of Sciences (Chemistry), Professor of Lashkariov Institute of Semiconductor Physics, NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
Khomyak Ivan – PhD (Biology), Associate Professor of the Department of Ecology and Geography Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Chayka Mykola – PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Chemistry Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)
Chekhniy Viktor – PhD (Geography), Senior Researcher, Scientific Secretary of the Institute of Geography of the NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
Chumak Volodymyr – PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Chemistry Zhytomyr Ivan Franko State University (Zhytomyr, Ukraine)

Scientific Periodical

Ukrainian Journal of Natural Sciences / [editor Ovcharenko Mykola, co-editor-in-chief Sheliuk Yuliia].
Zhytomyr: 2024. № 10. 286 p.

Registered by the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine (Decision No. 540 dated 20.07.2023).

Professional registration (category «B»): Decree of MES No. 491 (Annex 3) dated 27.04.2023

Specialties: 091 Biology, 101 Ecology, 102 Chemistry, 106 Geography, 201 Agronomy;
(fields of science: biological, chemical, geographical, agricultural)

Website: naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns
Modelling: Molodetska O. I.

Authors' spelling and punctuation are preserved in the articles.

Signed for printing 25.12.2024. Size 60x90/8. Offset Paper. Font Times New Roman
Risograph printing. Conventional printed sheets 44,87. Number of copies 300. Order 1224/888

Publishing House "Helvetica" 65101,
Ukraine, Odessa, 6/1 Inglizi St.
Telephone: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Certificate of a publishing entity ДК No 7623 dated 22.06.2022

ISSN: 2786-6335 print
ISSN: 2786-6343 online
© Zhytomyr Ivan Franko State University, 2024

Ukrainian Journal of Natural Sciences
№ 10
Український журнал природничих наук
№ 10

ISSN: 2786-6335 print
ISSN: 2786-6343 online

УДК 581.146:635.21:631.531
DOI https://doi.org/10.32782/naturaljournal.10.2024.14

МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ

А. М. Рибальченко[1], Л. М. Криворучко[2]

Метод мікроклонального розмноження є важливим біотехнологічним напрямом, який надає можливість здійснювати масове розмноження рослин в умовах in vitro. Цей метод відрізняється від звичайного насіннєвого або вегетативного розмноження рослин. Вирощування рослин в культурі in vitro забезпечує розмноження рослин, що дозволяє отримувати генетично однорідний і безвірусний посадковий матеріал. Він є ефективним для прискореного розмноження в значних обсягах особливо цінних генотипів, видів та сортів рослин, що є зникаючими, а також для розмноження рослин, відтворення яких в природних умовах насіннєвим і вегетативним шляхом є досить ускладнено.

Використання методу мікроклонального розмноження у певних видів застосовують для прискореного розмноження на комерційній основі садивного матеріалу, оздоровленого від патогенів (вірусних, бактеріальних, грибних).

У статті проаналізовано особливості мікроклонального розмноження рослин в умовах культури in vitro, вплив модифікації живильних середовищ для отримання рослин-регенерантів, які будуть придатними для використання в умовах in vivo. Виділено загальні етапи, що відбуваються під час мікроклонального розмноження рослин. Встановлено, що на процес мікроклонального розмноження рослин впливають генетичні, фізіологічні, гормональні, фізичні фактори. Встановлено, що мікроклональне розмноження рослин має переваги такі як, збереження генетичного різноманіття, одержання генетично однорідного матеріалу, незалежність від сезону та погодно-кліматичних умов та можливість проводити розмноження протягом року, залучення мінімальної кількості вихідного матеріалу, виробництво садивного матеріалу для культур, що мають низькі коефіцієнти розмноження, отримання безвірусного садивного матеріалу.

Ключові слова: *мікроклональне розмноження, експлант, поживне середовище, фітогормони, садивний матеріал.*

[1] кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри селекції, насінництва і генетики
(Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава)
e-mail: anna.rybalchenko@pdau.edu.ua
ORCID: 0000-0002-2308-7853
[2] кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри селекції, насінництва і генетики
(Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава)
e-mail: lyudmyla.kryvoruchko@pdau.edu.ua
ORCID: 0000-0002-8263-0481

MICROCLONAL REPRODUCTION IN *IN VITRO* CULTURE: POSSIBILITIES AND ADVANTAGES OF USE

A. M. Rybalchenko, L. M. Kryvoruchko

The microclonal propagation method is an important biotechnological trend that makes it possible to carry out mass reproduction of plants in vitro. This method differs from conventional seed or vegetative propagation of plants. Growing plants in in vitroculture ensures plant propagation, which allows for the production of genetically homogeneous and virus-free planting material. It is effective for the accelerated reproduction of particularly valuable genotypes, species and varieties of endangered plants, as well as for the reproduction of plants that are difficult to reproduce in natural conditions by seed and vegetative means.
In certain species, the microclonal propagation method is used to accelerate the commercial propagation of planting material that has been treated for pathogens (viral, bacterial, fungal).
The article analyzes the peculiarities of microclonal propagation of plants in in vitro culture, the influence of modification of culture media to obtain regenerated plants suitable for use in vivo. The general stages that occur during microclonal propagation of plants are highlighted. It has been established that the process of microclonal propagation of plants is influenced by genetic, physiological, hormonal, and physical factors.
It has been established that microclonal plant propagation has the following advantages: preservation of genetic diversity, obtaining genetically homogeneous material, independence from season and weather and climatic conditions and the ability to reproduce throughout the year, involvement of a minimum amount of source material, production of planting material for crops with low reproduction rates, and obtaining virus-free planting material.

Key words: *microclonal propagation, explant, culture medium, phytohormones, planting material.*

Вступ

Альтернативою звичним традиційним методам розмноження рослин є використання новітніх біотехнологій, серед яких провідна роль належить мікроклональному розмноженню. Біотехнологічні підходи використовуються для збереження, сприяння розмноженню та тиражуванню унікальних і цінних сільськогосподарських культур (Олійник та ін., 2016).

Здатність рослинної клітини реалізовувати притаманну їй тотипотентність лежить в основі методу мікроклонального розмноження, який базується на використанні головних аспектів диференціації, розвитку клітин, культивуванні тканин, органів рослинного матеріалу на штучно створених живильних середовищах в контрольованих асептичних умовах.

Методику розмноження рослин в культуральних умовах було розроблено французьким дослідником Ж. Морелем. Він проводив свої дослідження на орідеях та отримав перші рослини-регенеранти (Кунах, 2005).

Мікроклональне розмноження – це інноваційний біотехнологічний метод, який набуває все більшої популярності в сільському господарстві та передбачає розмноження рослин за допомогою окремих клітин, тканин або органів у стерильних умовах *in vitro*. Цей метод відрізняється від звичайного насіннєвого або вегетативного розмноження рослин. Вирощування рослин *in vitro* – сучасний метод розмноження рослин, що дозволяє отримувати генетично однорідний і безвірусний посадковий матеріал (Мельничук та ін., 2003).

Великі обсяги неконтрольованої торгівлі садивним матеріалом сприяють розширенню видового складу збудників хвороб і шкідників. Це також спричинює поширення вірусних захворювань, що може становити загрозу в майбутньому. Одним із варіантів рішення проблеми оздоровлення садивного матеріалу від патогенів рослин є методи мікроклонального розмноження *in vitro* (Лавриненко та ін., 2016).

Метою дослідження було визначити основні етапи процесу мікроклонального розмноження та фактори, що впливають на його перебіг, а також узагальнити основні переваги мікроклонального розмноження на основі аналізу літературних джерел.

Матеріал і методи

Для реалізації мети дослідження використовувалася вітчизняна та іноземна література провідних науковців у галузі біотехнології рослин, зокрема, мікроклонального розмноження рослин.

Результати та обговорення

Мікроклональне розмноження проводиться в стерильних умовах, що зни-

жує ризик поширення хвороб та шкідників з материнських рослин на потомство. Завдяки цьому методу, рослини-потомки можуть рости здоровими та міцними, що сприяє збільшенню продуктивності та зниженню витрат на захист рослин від шкідників і хвороб (Lohar, 2019).

Мікроклональне розмноження гарантує високий рівень генетичної однорідності потомства, що дозволяє підтримувати і поширювати бажані характеристики сорту, зокрема, такі як стійкість до хвороб, висока продуктивність та якість. Метод дозволяє отримувати значну кількість рослин-потомків від одного рослинного матеріалу за короткий проміжок часу. Цей метод розмноження не залежить від сезону, а тому може здійснюватися протягом усього року, що дозволяє забезпечити стабільне постачання рослинного матеріалу (Войтовська та ін., 2023).

В Україні на теперішній час метод мікроклонального розмноження досить активно застосовують у галузі картоплярства, де він базується на індукованому регуляторами росту (цитокінінами) розростанні верхівкових, а також пазушних меристем, котрі дають початок великій кількості пагонів. Згодом їх мікроживцюють та субкультивують на свіжі поживні середовища, даний процес декілька разів повторюють. Таким чином, лише з однієї бруньки можливо отримати сотні тисяч рослин за рік (Лавриненко та ін., 2017).

Мікроклональне розмноження надає можливість отримувати значну кількість рослин з мінімальними витратами насіння, добрив, води. Скорочення витрат на засоби захисту рослин також є важливим фактором економії ресурсів (рис. 1).

Використання методу клонального мікророзмноження *in vitro* надає можливість збільшити коефіцієнти розмноження, а також пришвидшити селекційний процес внаслідок розмноження цінних генотипів. Клональне мікророзмноження є ефективним способом оздоровлення садивного матеріалу від вірусної інфекції, шкодочинність якої може досягати 50%. Метод мікроклонального розмноження зумовлює активацію розвитку існуючих меристем у рослині та усуненні явища апікального домінування (Івченко та ін., 2018).

Метод мікроклонального розмноження досить поширений для швидкого розмноження та виробництва ягідних (суниці, малини, ожини, лохини) та плодових культур (алича, слива, персик) (Подгаєцький та ін., 2018).

При культивування ізольованих рослинних експлантів потрібно дотримуватися технологічних прийомів, які за послідовністю виконання, поділяють на чотири етапи:

I етап – Відбір експланта, введення його в культуру *in vitro* й ініціація розвитку. На цьому етапі здійснюють вибір рослин культиварів, найбільш вдалі типи первинних експлантів, визначають режим їх стерилізації.

II етап – Власне мікророзмноження. Цей етап передбачає підбір оптимального живильного середовища для росту та розвитку експлантів в культурі *in vitro.*

Рис. 1. Переваги мікроклонального розмноження рослин

Активація розвитку меристем з відібраних експлантів.

III етап – Укорінення рослин.

IV етап – Адаптація біоматеріалу до умов *in vivo*. Перенесення рослин із стерильних умов *in vitro* в природні умови для подальшого вирощування.

Виділяють ряд факторів, що впливають на процес мікроклонального розмноження рослин.

Генетичні фактори. Одним з найбільш суттєвих факторів є добір материнської рослини з врахуванням її сортових та видових особливостей, а також тип експланту. На ефективність використання матеріалу, що розмножили, впливає правильність відбору вихідного матеріалу для наступної ізоляції експлантів.

Важливо, щоб відібрані рослини для культивування були не вражені хворобами (вірусними, бактеріальними, грибними), а також знаходилися в стані активного росту (Dixcon, 1985). Цибулини, бульби, кореневища, котрі знаходяться в стані спокою, не придатні до культивування, попередньо їх доцільно обробити високими або низькими температурами перед введенням в культуру для переходу від фази спокою до фази інтенсивного росту. Відбір експланта доцільно здійснювати, орієнтуючись не лише на показники діагностики наявності інфекції, а варто враховувати також генотип вихідного матеріалу (Hasegawa, 1980).

Придатність до розмноження обумовлена генетично. Суниці розмножуються досить великою кількістю способів (укоріненими розетками, що формуються на вусиках, поділом куща, насінням, меристемою в культурі тканин), а, наприклад, обліпиха – жодним, в природних умовах – черенкується. Варто відзначити, що дводольні культури мають більшу регенераційну придатність, у порівнянні з однодольними (Субін, 2015; Mohamed, 2007).

Значна регенераційна здатність властива для видів рослин з родин Solanaceae, Asteraceae, Umbeliferae, Cruciferae, а низька – для видів рослин з родин Poaceae, Fabaceae.

Фізіологічн фактори. При доборі експланту враховують його походження, вік та будову. Важливо забезпечити найбільшу стабільність матеріалу, який буде клонуватися, щоб запобігти утворення аномальних рослин доцільно використовувати молоді, не сильно диференційовані тканини в якості експланта. Такі експланти краще укорінюються (Стадник та ін., 2015).

Найбільш вдало для культивування використовувати експланти, що містять меристеми, зокрема, пазушні бруньки, молоді листки, черенки, суцвіття, квітки. Досконалим варіантом для отримання великої кількості пагонів є апікальні та пазушні бруньки здорових рослин, які інтенсивно ростуть. Вони мають здатність досить активно пристосовуватися до умов ізольованої культури, володіють високою інтенсивністю росту, тотипотентністю (Рудишин, 1998).

Розмір експланту також впливає на регенераційну здатність і сильно залежить від рослини-донора. В середньому його розмір варіює в межах від 0,1 мм до 2,0 см. Крупні за розміром експланти мають вищий відсоток виживання, інтенсивно ростуть в культурі *in vitro*, але існує ймовірність виникнення вірусів в клітинах крупних експлантів.

Для стерилізації рослинного матеріалу використовують на вибір: гідрохлорид натрію (NaClO), гідрохлорид кальцію ($Ca(ClO)_2$), хлорамін, етиловий спирт (C_2H_5OH), бром (Br), фенол (C_6H_5OH) (Лісовий, 2017).

Гормональні фактори. Склад поживного середовища варто підбирати спеціально для кожного виду рослин. Одним з визначальних факторів, що впливає на ефективність процесу мікроклонального розмноження рослин є склад живильного середовища, зокрема, вміст у ньому гормонів, вітамінів, вуглеводів, мікро- та макроелементів. Для активації розвитку апікальної меристеми потрібно забезпечити сприятливий фізико-хімічний баланс умов, необхідний для роботи з конкретним біовидом (Мацкевич та ін., 2022).

Досить поширеними при мікророзмноженні в умовах *in vitro* Мурасіге і Скуга, Лінсмейєра і Скуга, Шенка і Хільдебрандта, Ніча, Гамборга, Хеллера. Найбільш часто використовують різні модифікації поживного середовища Мурасіге-Скуга, до складу якого входить неорганічний азот, що позитивно впливає на органогенез та соматичний ембріогенез, хоча певні види рослин мають індивідуальні потреби у елементах живлення. Зазвичай, як джерело вуглеводного живлення використовують сахарозу, рідше фруктозу та глюкозу. Тип культури визначає ступінь концентрації вуглеводів у живильному середовищі на етапах мікроклонального розмноження (Кушнір і Сарнацька, 2005).

Потрібно створити правильний баланс в поживному середовищі регуляторів росту з урахуванням біоматеріалу (Андрієвський та ін., 2019). Для введення меристем в культуру *in vitro* живильні середовища забезпечують підвищеними на 15% концентраціями регуляторів росту, у порівнянні, з базовими середовищами, котрі використовують для розмноження. Такий захід активує початкові етапи росту рослинного матеріалу в ізольованій культурі. Культури здатні до розвитку як на агаризованих, так і на рідких поживних середовищах (Денчиля-Сакаль та ін., 2010).

Максимальний вміст у складі живильних середовищ ауксинів необхідний під час індукції ризогенезу у рослин-регенерантів. Переважання у живильних середовищах ауксинів у співвідношенні до цитокінінів забезпечує явище апікального домінування. Найбільш поширеним ауксином в природі є індолілоцтова кислота (ІОК), а завдяки низці перетворень амінокислоти триптофану відбувається синтез ендогенної ІОК (Мацкевич та ін., 2022).

Фізичні фактори. Температура та освітлення у культуральних кімнатах важливі фізичні фактори, що вливають на культивування. Температура культивування, зазвичай, варіює в межах від 22 до 26°С вдень та від 18 до 22°С вночі. Досить висока інтенсивність світла здатна спричинити хлорози, а також затримку розвитку, але при переносі в ґрунт ці рослини ростуть енергійніше. Важливим є поєднання спектру світла та гормональних факторів живильного середовища для підвищення коефіцієнту розмноження. Відносна вологість повітря 70–80%.

При розмноженні рослинного матеріалу виділяють два типи клонування: вертикальне та горизонтальне. Вертикальний тип клонування притаманний для таких культур, як картопля, спаржа. Для стимулювання розвитку апікальної меристеми до живильного середовища додають високі концентрації ауксинів. З однієї рослини даним методом клонування можна отримати до 7–10 клонів. Горизонтальний тип клонування є більш характерним для буряку цукрового, суниці, цикорію. Для забезпечення їх розвитку та розмноження необхідно додавати до живильного середовища високі концентрації цитокінінів (кінетин, 6-бензиламінопурин). Цитокініни здатні пригнічувати апікальне домінування. При горизонтальному клонуванні з однієї рослини можливо отримати 15–35 клонів (Кушнір, 2001).

Отримавши необхідну кількість клонів, їх потрібно перенести на живильне середовище для укорінення, а також отримання повноцінних рослин. Ауксини є головними індукторами коренеутворення. Після висадки рослин на живильні середовища для ризогенезу через 15–25 діб формується розвинена коренева система і рослинний матеріал є придатним для процесу адаптації і подальшого перенесення в природні умови вирощування.

Важливим етапом мікроклонального розмноження є перенесення рослин з умов *in vitro* до відкритого ґрунту. Оскільки, значна кількість рослин на цьому етапі може загинути обов'язково має цьому етапу передувати адаптація. Етап адаптації дозволяє зробити технологію мікроклонального розмноження економічно вигідною та скоротити витрати виробництва. Адаптація може відбуватися в умовах біотехнологічної лабораторії або ж за використання фітотронів (теплиць).

Отже, для різних генотипів рослин, варто використовувати методику, що передбачає підбір рослини-донора за віком, фенологічну фазу розвитку, тип експлантата, раціональний підбір умов стерилізації, складових компонентів живильного середовища на кожному етапі мікроклонального розмноження.

Вагомий внесок метод мікроклонального розмноження здійснює у виробництво садивного матеріалу дворічних, багаторічних культур з незначною насіннєвою продуктивністю, наприклад, моркви та люцерни. Ефективний мікроклонального розмноження і для триплоїдів, що не здатні розмножуватися самостійно, наприклад, цукровий буряк. У галузі квітникарства, наприклад, метод ефективний для виробництва садивного матеріалу троянд, тюльпанів, орхідей, бегонії, узамбарської фіалки (Сатарова та ін., 2016).

В умовах сьогодення для культивування рослинних експлантів існують розроблені технологічні прийоми, що виконують на кожному з етапів мікроклонального розмноження. Для таких культур як картопля, ожина, малина, слива, алича та багатьох інших розроблені протоколи біотехнологій мікроклонального розмноження (Мацкевич та ін., 2019). Протоколи біотехнологій мікроклонального розмноження рослин на практиці дозволяють підприємцям-виробникам скоротити витрати коштів і часу на їх дослідження.

Висновки

Метод мікроклонального розмноження рослин є досить ефективним і надає мож-

ливість в значних обсягах підвищити використання цінних генотипів рослин, а також сприяє збереженню та розмноженню різноманітних видів рослин. Особлива цінність методу мікроклонального розмноження полягає в тому, що він дає можливість отримати безвірусний садивний матеріал. За результатами опрацювання літературних джерел виділено основні етапи мікроклонального розмноження, а також фактори, що впливають на процеси його перебігу. Встановлені основні переваги методу мікроклонального розмноження рослин:

– залучення мінімальної кількості вихідного матеріалу;
– одержання генетично однорідного матеріалу;
– збереження генетичного різноманіття;
– виробництво садивного матеріалу для культур, що мають низькі коефіцієнти розмноження;
– отримання безвірусного садивного матеріалу;
– незалежність від сезону та погодно-кліматичних умов та можливість проводити розмноження протягом року.

Список використаної літератури

Андрієвський В.В., Врублевський А.Т., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В., Мацкевич О.В. Проблеми мікроклонального розмноження фундука. *Агробіологія.* 2019. № 1. С. 74–84. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2019-146-1-74-84.

Войтовська В.І., Заболотна А.В., Кецкало В.В., Ковтунюк З.І. Клональне мікророзмноження індау посівного. *Новітні агротехнології.* 2023. Т. 11. № 1. https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.277429.

Денчиля-Сакаль Г.М., Ніколайчук В.І., Терек В.О. Мікроклональне розмноження рослин *Trifolium pretense L. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія».* 2010. Вип. 28. С. 1–4.

Івченко Т.В., Мозговська Г.В., Віценя Т.І., Баштан Н.О., Мірошниченко Т.М. Методичні підходи щодо селекції та сучасних технологій розмноження і вирощування батату (*Іротоеа batatas L.)* (методичні рекомендації). Селекційне : ІОБ НААН, 2018. 36 с.

Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. Київ. 2005. 730 с.

Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин. Теорія і практика. К. : Наукова думка, 2005. 270 с.

Кушнір Г.П. Стан і перспективи клонального мікророзмноження рослин в Україні. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть.* 2001. Т. 1. С. 484–500.

Лавриненко Ю.О., Балашова Г.С., Базалій В.В. Формування мікробульб картоплі в культурі *in vitro* залежно від температури та інтенсивності освітленості. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2017. Т. 21. С. 57–61.

Лавриненко Ю.О., Балашова Г.С., Котова О.І. Культивування рослин картоплі *in vitro* за мікроклонального розмноження. *Вісник аграрної науки.* 2016. № 11. С. 43–47.

Лісовий М.М. Особливості отримання асептичної культури *Thuja Occidentalis L.* в умовах *in vitro. Науковий вісник НЛТУ України.* 2017. Вип. 27 (9). С. 27–29. https://doi.org/10.15421/40270905.

Мацкевич В.В., Подгаєцький А.А., Філіпова Л.М. Мікроклональне розмноження окремих видів рослин (протоколи технологій): науково-практичний посібник. Біла Церква, БНАУ. 2019. 85 с.

Мацкевич В.В., Філіпова Л.М., Олешко О.Г. Фізіологія та біотехнологія рослин: підручник. Біла Церква : БНАУ, 2022. 427 с.

Мацкевич О.В., Кімейчук І.В., Мацкевич В.В., Павліченко А.А. Трофічні та фітогормональні детермінанти онтогенезу *in vitro. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія».* 2022. Вип. 2 (48). С. 111–123. https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.16

Мельничук М.Д., Новак Т.В., Кунах В.А. Біотехнологія рослин. Підручник. Киев: Поліграфконсалтинг, 2003. 520 с.

Олійник О.О., Клюваденко А.А., Мельничук М.Д. Покращення складу середовищ для підвищення росту і розвитку троянди ефіроолійної в культурі *in vitro. Науковий вісник НЛТУ України.* 2016. Вип. 26. 7. С. 134–139.

Подгаєцький А.А., Мацкевич В.В., Подгаєцький А.Ан. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин: монографія. Біла Церква : БНАУ, 2018. 208 с.

Рудишин С.Д. Основи біотехнології рослин: навчальний посібник. Вінниця : МП «ЗАПАЛ», 1998. 224 с.

Сатарова Т.М., Абраімова О.Є., Вінніков А.І., Черенков А.В. Біотехнологія рослин : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Адверта, 2016. 136 с.

Стадник А.П., Мацкевич В.В., Філіпова Л.М., Пасічник Т.В. Деконтамінація та первинне культивування експлантів *Agapantussp. Агроекологічний журнал.* 2015. № 2. С. 106–111.

Субін О.В. Мікроклональне розмноження суниці садової (*Fragaria Ananassa Duch.*) сорту Аліна в культурі *in vitro. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Біологія, біотехнологія, екологія».* 2015. Вип. 214. С. 281–288.

Dixcon R.A. Plant cell culture a practical approach. Oxford – Washington, 1985. 236 p.

Hasegawa P.M. Factor affecting shoot and root initiation from culture rose shoot tip. *Journal of American Society for Horticultural Science.* 1980. № 115. pp. 216–220.

Lohar P.S. Textbook of Biotechnology. Hawthorne, CA : MJP Publisher, 2019. 774 p.

Mohamed A.E. Somaclonal variation in micro-propagated strawberry detected at the molecular level. *International Journal of Agriculture and Biology.* 2007. Vol. 9 (5). pp. 721–725.

References

Andriievskyi, V.V., Vrublevskyi, A.T., Filipova, L.M., Matskevych, V.V., & Matskevych, O.V. (2019). Problemy mikroklonalnoho rozmnozhennia funduka [Problems of hazelnut microclonal propagation]. *Ahrobiolohiia [Agribiology]*, 1, 74–84. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2019-146-1-74-84 [in Ukrainian].

Voitovska, V.I., Zabolotna, A.V., Ketskalo, V.V., & Kovtuniuk, Z.I. (2023). Klonalne mikrorozmnozhennia indau posivnoho [Clonal micropropagation of sowing indica]. *Novitni ahrotekhnolohii [Advanced Agritechnologies]*, 11, 1. https://doi.org/10.47414/na.11.1.2023.277429 [in Ukrainian].

Denchylia-Sakal, H.M., Nikolaichuk, V.I., & Terek, V.O. (2010). Mikroklonalne rozmnozhennia roslyn Trifolium pretense L. [Microclonal propagation of Trifolium pretense L. plants]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia «Biolohiia» [Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series "Biology"]*, 28, 1–4 [in Ukrainian].

Ivchenko, T.V., Mozghovska, H.V., Vitsenia, T.I., Bashtan, N.O., & Miroshnychenko T.M. (2018). Metodychni pidkhody shchodo selektsii ta suchasnykh tekhnolohii rozmnozhennia i vyroshchuvannia batatu (Ipomoea batatas L.) (metodychni rekomendatsii) [Methodological approaches to breeding and modern technologies of reproduction and cultivation of sweet potato (Ipomoea batatas L.) (guidelines)]. Selektsiine : IOB NAAN. 36 p. [in Ukrainian].

Kunakh, V.A. (2005). Biotekhnolohiia likarskykh roslyn. Henetychni ta fizioloho-biokhimichni osnovy [Biotechnology of medicinal plants. Genetic, physiological and biochemical bases]. Kyiv. 730 p. [in Ukrainian].

Kushnir, H.P., & Sarnatska, V.V. (2005). Mikroklonalne rozmnozhennia roslyn. Teoriia i praktyka [Microclonal reproduction of plants. Theory and practice]. K. : Naukova dumka, 270 p. [in Ukrainian].

Kushnir, H.P. (2001). Stan i perspektyvy klonalnoho mikrorozmnozhennia roslyn v Ukraini [State and prospects of clonal micropropagation of plants in Ukraine]. *Henetyka i selektsiia v Ukraini na mezhi tysiacholit [Genetics and selection in Ukraine at the turn of the millennium]*, 1, 484–500 [in Ukrainian].

Lavrynenko, Yu.O., Balashova, H.S., & Bazalii, V.V. (2017). Formuvannia mikrobulb kartopli v kulturi in vitro zalezhno vid temperatury ta intensyvnosti osvitlenosti [Formation of potato microtubers in in vitro culture depending on temperature and light intensity]. *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv [Factors in experimental evolution of organisms]*, 21, 57–61 [in Ukrainian].

Lavrynenko, Yu.O., Balashova, H.S., & Kotova, O.I. (2016). Kultyvuvannia roslyn kartopli in vitro za mikroklonalnoho rozmnozhennia [Cultivation of potato plants in vitro by microclonal propagation]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*, 11, 43–47 [in Ukrainian].

Lisovyi, M.M. (2017). Osoblyvosti otrymannia aseptychnoi kultury Thuja Occidentalis L. v umovakh in vitro [Some features of obtaining aseptic culture ofthuja occidentalis L. under in vitro conditions]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU]*, 27 (9), 27–29. https://doi.org/10.15421/40270905 [in Ukrainian].

Matskevych, V.V., Podhaietskyi, A.A., & Filipova, L.M. (2019). Mikroklonalne rozmnozhennia okremykh vydiv roslyn (protokoly tekhnolohii): naukovo-praktychnyi posibnyk [Microclonal propagation of certain plant species (technology protocols): a scientific and practical guide]. Bila Tserkva, BNAU, 85 p. [in Ukrainian].

Matskevych, V.V., Filipova, L.M., & Oleshko O.H. (2022). Fiziolohiia ta biotekhnolohiia roslyn: pidruchnyk [Plant physiology and biotechnology: a textbook]. Bila Tserkva : BNAU, 427 p. [in Ukrainian].

Matskevych, O.V., Kimeichuk, I.V., Matskevych, V.V., & Pavlichenko, A.A. (2022). Trofichni ta fitohormonalni determinanty ontohenezu in vitro [Trophic and phytohormonal determinants of ontogenesis in vitro]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Ahronomiia i biolohiia» [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series "Agronomy and Biology"]*, 2 (48), 111–123. https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.16 [in Ukrainian].

Melnychuk, M.D., Novak, T.V., & Kunakh, V.A. (2003). Biotekhnolohiia roslyn. Pidruchnyk [Plant biotechnology. Textbook.]. Kyiv : Polihrafkonsaltynh, 520 p. [in Ukrainian].

Oliinyk, O.O., Kliuvadenko, A.A., & Melnychuk, M.D. (2016). Pokrashchennia skladu seredovyshch dlia pidvyshchennia rostu i rozvytku troiandy efirooliinoi v kulturi in vitro [Improving the composition of media to enhance the growth and development of essential oil rose in vitro culture]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU],* 26.7, 134–139 [in Ukrainian].

Podhaietskyi, A.A., Matskevych, V.V., & Podhaietskyi, A.An. (2018). Osoblyvosti mikroklonalnoho rozmnozhennia vydiv roslyn: monohrafiia [Features of microclonal reproduction of plant species: a monograph]. Bila Tserkva : BNAU,208 p. [in Ukrainian].

Rudyshyn, S.D. (1998). Osnovy biotekhnolohii roslyn: navchalnyi posibnyk [Fundamentals of plant biotechnology: a textbook]. Vinnytsia : MP «ZAPAL», 224 p. [in Ukrainian].

Satarova, T.M., Abraimova, O.Ie., Vinnikov, A.I., & Cherenkov A.V. (2016). Biotekhnolohiia roslyn : navchalnyi posibnyk [Plant biotechnology: a textbook]. Dnipropetrovsk : Adverta, 136 p. [in Ukrainian].

Stadnyk, A.P., Matskevych, V.V., Filipova, L.M., & Pasichnyk, T.V. (2015). Dekontaminatsiia ta pervynne kultyvuvannia eksplantiv Agapantussp [Decontamination and primary cultivation of Agapantussp explants]. *Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological journal]*, 2, 106–111 [in Ukrainian].

Subin, O.V. (2015). Mikroklonalne rozmnozhennia sunytsi sadovoi (Fragaria Ananassa Duch.) sortu Alina v kulturi in vitro [Microclonal propagation of garden strawberry (Fragaria Ananassa Duch.) variety Alina in in vitro culture]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriia «Biolohiia, biotekhnolohiia, ekolohiia» [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series "Biology, Biotechnology, Ecology"],* 214, 281–288 [in Ukrainian].

Dixcon, R.A. (1985). Plant cell culture a practical approach. Oxford – Washington, 236 p. [in English].

Hasegawa, P.M. (1980). Factor affecting shoot and root initiation from culture rose shoot tip. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 115, 216–220 [in English].

Lohar, P.S. (2019). Textbook of Biotechnology. Hawthorne, CA : MJP Publisher, 774 p. [in English].

Mohamed, A.E. (2007). Somaclonal variation in micro-propagated strawberry detected at the molecular level. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9 (5), 721–725 [in English].

Отримано: 11.11.2024
Прийнято: 18.11.2024

ЗМІСТ

БІОЛОГІЯ

Н. Я. Левчик, Н. В. Заіменко, Н. Є. Горбенко, Г. І. Скрипка

Традиції, можливості та перспективи застосування рослин родини Молочайні (*Euphorbiaceae* Juss.) у промисловості, медицині, побуті та у виробництві продуктів харчування.....7

Ю. С. Шелюк, Д. С. Махнєвич, О. С. Солонько

Фітопланктон малої річки як показник якості вод в умовах змін клімату та воєнних дій на території України.....31

ГЕОГРАФІЯ

Р. П. Власенко, Я. П. Квацало, В. С. Костюк, В. В. Цимбалюк

Сучасний антропогенний вплив на навколишнє середовище Житомирської області.....40

ХІМІЯ

I. V. Korotkova, T. P. Romashko

Application of quantum-chemical methods to estimate the carcinogenic properties of benzopyrene metabolites.....54

Р. О. Денисюк, В. М. Томашик, М. В. Чайка, О. М. Камінський, С. В. Писаренко, М. М. Вовченко

Хімічне травлення монокристалів $Mn_xCd_{1-x}Te$ розчинами HNO_3 – KI – диметилформамід.....64

О. М. Камінський, Р. О. Денисюк, М. В. Чайка, С. В. Писаренко, Д. Ю. Панасюк, С. В. Авдєєв, О. С. Євдоченко

Сорбційне вилучення іонних форм Купруму(II) з водних розчинів магніточутливим нанокомпозитом з гідроксиапатитною поверхнею.....75

Г. В. Мартинюк, О. І. Аксіментьєва

Вплив мінерального наповнювача силіцій(IV) оксиду, модифікованого неорганічними сполуками на електричні властивості їх композитів з поліаніліном.....85

Р. П. Мигущенко, М. М. Волобуєв, І. В. Асєєва, О. Ю. Кропачек, В. М. Балєв

Аналіз вмісту білків в різних видах молока шляхом титрування.....93

С. А. Неділько, О. В. Іванов

Синтез і дослідження алюміній-заміщених шпінелей на основі $ZnMn_2O_4$: структура, властивості та перспективи застосування.....102

АГРОНОМІЯ

В. С. Закорко, В. М. Коваленко

Способи культивування насіннєвого матеріалу картоплі, отриманого в культурі меристем *in vitro*.....114

У. М. Карбівська, Д. І. Шеленко, В. В. Чумбей, О. Д. Турак

Продуктивність ранньостиглих сортів лохини в умовах Прикарпаття.....121

Я. Ю. Марценюк, Н. А. Захарчук, О. А. Зінченко

Економічна та енергетична складові вирощування сортів картоплі за використання регуляторів росту рослин та різних строків садіння.....127

С. В. Поспєлов, В. М. Самородов, В. В. Оніпко, Є. О. Зезекало

Біологічна активність ґрунту та продуктивність ехінацеї при її повторному вирощуванні.....139

А. М. Рибальченко, Л. М. Криворучко

Мікроклональне розмноження в культурі *in vitro*: можливості та переваги використання 150

І. І. Рожко, М. І. Кулик, А. П. Ракшеєв

Вплив заходів післязбиральної доробки та передпосівної підготовки насіння на посівні якості та врожайність квасолі овочевої 158

Я. С. Фанін, М. А. Литвиненко, О. О. Молодченкова, І. А. Міщенко, І. І. Моцний, А. А. Дуніч, Л. Т. Міщенко

Селекційні аспекти використання гена GPC-B1 в потрійних схрещуваннях та залучення генів від *Aegilops tauschii* в складних схрещуваннях із місцевими сортами.....172

Я. Г. Цицюра

Ґрунтореабілітаційний потенціал редьки олійної за її сидерального використання з позиції відновлення базових агрофізичних властивостей.....185

Ю. М. Шкатула, А. О. Рац

Оцінка впливу хімічних заходів на забур'яненість і урожайність пшениці озимої.....197

ЕКОЛОГІЯ

Ю. О. Бондар, О. А. Марченко, І. А. Діденко, С. О. Пустова

Природно-заповідний фонд Київщини як складова національної системи екологічної мережі 206

Р. А. Валерко, Л. О. Герасимчук, Л. Д. Романчук

Сільські селітебні території як об'єкт наукових досліджень: огляд літератури.....215

Д. В. Лукашов, Т. С. Тесьолкіна

Біогеохімічний цикл плюмбуму в умовах екосистем грабових дібров Середнього Придніпров'я.....222

О. В. Мудрак, В. В. Клочанюк

Екологічна оцінка поверхневих вод басейну річки Згар.....237

К. А. Нестерова, Н. Ю. Терещенко

Визначення залишкового вмісту ксенобіотиків водних об'єктів Київської області.....246

Л. Д. Романчук, Л. О. Герасимчук, Р. А. Валерко

Використання сірої води зеленими дахами: системний аналіз та перспективи впровадження.....254

А. С. Серкіз

Урбоекосистема Тернополя в умовах транспортного навантаження.....264

І. В. Хом'як, В. В. Коніщук

Прибережно-водна та болотна рослинність гірничих об'єктів Центрального Полісся.....276

НОТАТКИ