

АГРОБІОЛОГІЯ

Збірник наукових праць

**Виходить 2 рази на рік
Заснований 03.2009 року**

№ 1 (146) 2019

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 9 від 24.05.2019 р.)

Збірник наукових праць «Агробіологія» є фаховим виданням із сільськогосподарських наук (постанова Президії ВАК України від 29.12.2014 р. № 1528) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометрических баз *Index Copernicus*, *Google Scholar*, *Crossref*, РІНЦ.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Заступник головного редактора – **Богатир Л.В.**, канд. с.-г. наук, асист., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Базіль П., гол. інженер, Французька асоціація географічної інформації (AFIGEO), Сен-Манде, Франція
Бєлік П., д-р габіл., проф., Словацький сільськогосподарський університет, Нітра, Словацька Республіка
Броун Р., д-р наук, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія
Вахній С.П., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Демидась Г.І., д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
Івашенко О.О., д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ, Україна
Лавров В.В., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Литвиненко М.А., д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Селекційно-генетичний інститут Національного центру насіннєзвства та сортовивчення, Одеса, Україна
Лобачова С.В., ст. викладач, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Ніколсон С., д-р філософії, ст. викладач, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія
Примак І.Д., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Сич З.Д., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Стадник А.П., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Стассєв Г., д-р наук, проф., Державний аграрний університет, Кишинів, Молдова
Террі С., д-р філософії, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія
Ткаченко Н., д-р філософії, Університет Варвіка, Ковентрі, Великобританія
Хахула В.С., канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Шароглазова Г.О., канд. техн. наук, доп., Полоцький державний університет, Полоцьк, Білорусь
Шмідке К., д-р наук, проф., Дрезденський університет прикладних наук, Дрезден, Німеччина

Editorial board:

Editor-in-Chief – **Karpuk L.M.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Deputy Editor-in-Chief – **Bohatyr L.V.**, PhD, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Members of editorial board:

Bazile P., Chief Engineer, French Association for Geographic Information (AFIGEO), Saint-Mandé, France
Bielik P., D. habil., Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic
Browne R., PhD, Writtle University College, Essex, United Kingdom
Demydas' G.I., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine
Ivachenko O.O., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Institute of bioenergy crops and sugar beet NAAS, Kyiv, Ukraine
Khakhula V.S., PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Lavrov V.V., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Litvinenko M.A., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Breeding and Genetic Institute of the National Center for Seed Science and Variety Research, Odessa, Ukraine

Lobachova S.V., Senior Lecturer, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Nicholson S., PhD, Senior Lecturer, Writtle University College, Essex, United Kingdom

Primak I.D., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Schmidtke K., D.Sc., Prof., University of Applied Sciences, Dresden, Germany

Sharoglavzova G.O., PhD, Ass. Prof., Polotsk State University, Polotsk, Belarus

Stadnyk A.P., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Stasyev G., D.Sc., Prof., National Agricultural University of Moldova, Kyshyniv, Moldova

Sych Z.D., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Terry S., PhD, Writtle University College, Essex, United Kingdom

Tkachenko N., PhD, University of Warwick, Coventry, United Kingdom

Vakhniy S.P., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Редакционная коллегия:

Главный редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Заместитель главного редактора – **Богатырь Л.В.**, канд. с.-х. наук, асист., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Члены редакционной коллегии:

Базиль П., глав. инженер, Французская ассоциация географической информации (AFTGEO), Сен-Манде, Франция

Белик П., д-р габил., проф., Словацкий сельскохозяйственный университет, Нитра, Словацкая Республика

Броун Р., д-р наук, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

Вахний С.П., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Демидась Г.И., д-р с.-х. наук, проф., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

Иващенко А.А., д-р с.-х. наук, проф., академик НААН, Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, Киев, Украина

Лавров В.В., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Литвиненко Н.А., д-р с.-х. наук, проф., академик НААН, Селекционно-генетический институт Национального центра семеноводства и сортотипирования, Одесса, Украина

Лобачова С.В., ст. преподаватель, Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Николсон С., д-р философии, ст. преподаватель, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

Прымак И.Д., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Стадник А.П., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Стасев Г., д-р наук, проф., Государственный аграрный университет, Кишинев, Молдавия

Сич З.Д., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Терри С., д-р философии, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

Ткаченко Н., д-р философии, Университет Варвика, Ковентри, Великобритания

Хахула В.С., канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Шароглавзова Г.А., канд. техн. наук, доц., Полоцкий государственный университет, Полоцк, Беларусь

Шмидке К., д-р наук, проф., Дрезденский университет прикладных наук, Дрезден, Германия

Адреса редакций: Белоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, тел. +38(0456)33-11-01, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

ЗМІСТ

АГРОНОМІЯ

| | |
|--|----|
| Баб'яж А.І., Чередничок О.І., Григоренко Н.О. Використання RAPD-маркерів для вивчення молекулярно-генетичного поліморфізму у видів роду <i>Miscanthus</i> | 6 |
| Карпук Л.М., Павличенко А.А., Каравульна В.М., Богатир Л.В., Поляков В.І., Єрмолаєв М.М. Біоенергетична ефективність окремих елементів технології вирощування буряків цукрових | 13 |
| Пryмак І.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В., Панченко І.А., Карпенко В.Г. Вплив систем основного обробітку і удобрення під культури короткоротаційної сівозміни на агрочімічні властивості ґрунту | 20 |
| Василюшина О.В. Оцінка вмісту аскорбінової кислоти у заморожених плодах вишні різних сортів..... | 31 |
| Ушкаренко В.О., Чабан В.О., Чабан О.В. Аналіз формування урожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної в умовах півдня України | 38 |
| Ермантраут Е.Р., Стефанюк В.Й. Біологічні і агротехнічні основи вирощування стевії медової (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>) в Лісостепу і Степу України..... | 47 |
| Малієнко А.М., Борис Н.Є. Типовість гідротермічних умов зони Правобережного Лісостепу та їх вплив на продуктивність кукурудзи | 55 |
| Князюк О.В., Мельник І.А., Горбатюк В.С., Литвін Х.О. Вплив строків висаджування розсади та ширини міжрядь на формування насінневої продуктивності фенхеля звичайного | 65 |
| Andriievs'kyi V.B., Vrublevs'kyi A.T., Filipova L.M., Matskevych V.B., Matskevych O.B. Проблеми мікроклонального розмноження фундука | 74 |

САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

| | |
|---|----|
| Турчина С.Я. Відбір експлантів та умови культивування донорного матеріалу для введення <i>in vitro</i> інтродукованих сортів <i>Callistephus Chinensis (L.) Ness.</i> з метою подальшого використання в озелененні | 85 |
|---|----|

CONTENT

AGRONOMY

| | |
|--|----|
| Bab'jazh A., Cherednychok O., Hryhorenko N. Using RAPD-markers in studying molecular genetic polymorphism in the genus <i>Miscanthus</i> species | 6 |
| Karpuk L., Pavlichenko A., Karaulnaya V., Bogatyr L., Polyakov V., Yermolayev M. Bioenergy efficiency of some elements of sugar beets growing technology | 13 |
| Prymak I., Panchenko O., Voitovyk M., Panchenko I., Karpenko V. The impact of main tillage systems and fertilization for crops of a short crop rotation on agrochemical soil properties | 20 |
| Vasylyshyna O. Evaluation of ascorbic acid content in different varieties of frozen of cherry fruit | 31 |
| Ushkarenko V., Chaban V., Chaban A. Analysis of yield and essential oils formation on clary sowings in the conditions of the south of Ukraine | 38 |
| Ermantraut E., Stefaniuk V. Biological and agrotechnical bases of stevia (<i>Stevia rebaudiana bertoni</i>) cultivation in the Forest-steppe and the Steppe of Ukraine | 47 |
| Malienko A., Borys N. Typical hydrothermal conditions of the Right-bank Forest-step zone and their influence on corn productivity | 55 |
| Knyazyuk O., Melnyk I., Horbatyuk V., Lytvyn Kh. Seedlings planting terms and row spacings influence on fennel seed yield formation | 65 |
| Andriievs'kyi V., Vrublevs'kyi A., Filipova L., Matskevych V., Matskevych O. The problems of hazelnut microclonal propagation..... | 74 |

LANDSCAPE GARDENING

| | |
|--|----|
| Turchyna S. Explants selection and conditions of the donor material cultivation for <i>Callistephus Chinensis (L.) Ness.</i> introduced sorts <i>in vitro</i> introduction with a view to its further use in greening | 85 |
|--|----|

УДК 602.7:634.54**АНДРІЄВСЬКИЙ В.В.
ВРУБЛЕВСЬКИЙ А.Т.
ФІЛІПОВА Л.М.****МАЦКЕВИЧ В.В.
Білоцерківський національний аграрний університет
МАЦКЕВИЧ О.В.***Національний університет біоресурсів і природокористування України***ПРОБЛЕМИ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ФУНДУКА**

Постановка проблеми. Фундук – цінна горіхоплідна культура, яка в економічному плані є досить прибутковою. Стимулючим чинником для масштабного вирощування фундука в Україні є малі коефіцієнти розмноження звичайними методами. Альтернативою для вирішення цієї проблеми може бути метод мікроклонального розмноження, який наразі активно впроваджують із комерційною метою. Складнощі МКР фундука є на кожному з етапів цієї технології: 1) введення в асептичні умови; 2) мультиплікація *in vitro*; 3) індукція ризогенезу; 4) постасептична адаптація.

Мета. У статті проаналізовано проблемні аспекти мікроклонального розмноження фундука та запропоновано шляхи їх вирішення на основі результатів власних досліджень. Зокрема, вивчено вплив фенолоутворення, поживного середовища, типу, концентрації та методу аплікації фітогормонів на коренеутворення та проліферацію мікропагонів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в стандартних лабораторних умовах. Об'єкт досліджень – рослини фундука сортів Трапезунд, Сіреня, лісина ведмежа. Встановлено, що процеси ризогенезу та проліферації індукуються трофічними та гормональними детермінантами.

Результати дослідження та обговорення. Для оптимізації процесу мікроклонального розмноження фундука рекомендується використовувати поживне середовище DKW. Виявлено, що активоване вугілля та часте пересаджування експлантів на початкових етапах нейтралізує фенолоутворення. Для подолання проблем фенолоутворення встановлено ефективність ряду таких заходів як культивування маточних рослин за розсіяного світла в умовах депозитарію; введення рослин шляхом виділення меристем, пробуджених брунькою; додавання в живильне середовище біоциди PPM (Plant Preservative Mixture); додавання в живильне середовище ПВП (полівінілпіролідон). На етапі мультиплікації в живильне середовище додають 1,5 мг/л бензиламінопурину. Нами випробувано вплив різних концентрацій активованого вугілля на ризогенез на фоні 3 мг/л ауксину індопілмасляної кислоти. Активоване вугілля затиняє живильне середовище, адсорбує токсини, тому ефективно впливає на коренеутворення. Серед порівнюваних концентрацій оптимальною була 2,5 г/л середовища.

Висновки. Показано можливість використання вологої камери для постасептичної адаптації регенерантів. Обробка рослин та субстрату фунгіцидом Превікур Енерджі 840 sl в.р.к. покращує їх приживання та стимулює ріст.

Ключові слова: мікроклональне розмноження, деконтамінація, фенольне самоотруєння, фітогормони, індукція коренеутворення, постасептична адаптація.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-74-84

Постановка проблеми. На сьогодні фундук переходить із малопоширеної нішевої культури в стратегічну культуру, з якою аграрний бізнес України виходить на міжнародні ринки. Однак стимулючим чинником для масштабного його вирощування є малі коефіцієнти розмноження звичайними методами [1]. Новітні методи мікроклонального розмноження (далі – МКР) фундука лише починають входити за межі супто наукових лабораторій *in vitro*. Серед наукових установ України відомі праці науковців Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАНУ [2, 3], Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького [4], БНАУ[5]. Водночас сучасний бізнес працює над розробкою технологій МКР, часом випереджаючи вітчизняну науку. В останні роки МКР фундука успішно займається ряд комерційних лабораторій, зокрема, ТОВ «НВІЦ «Ін Вітро Плант» (Одеська обл.) під керівництвом к. б. н. Корні Т.М. [6], екоферма «Ковчег» (Дніпропетровська обл.) [7], ТОВ «Lucky PLANTS» (м. Київ) [8].

Проблемні ділянки МКР фундука є на кожному з етапів цієї технології: 1) введення в асептичні умови; 2) мультиплікація *in vitro*; 3) індукція ризогенезу; 4) постасептична адаптація.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На першому етапі постає необхідність не просто ввести в асептичні умови, а й оздоровити рослинний матеріал. За проведеними Г.А. Тарабенко обстеженнями дослідних, виробничих та декоративних насаджень представників роду *Corylus* на території НДП «Софіївка» НАНУ, а також завдяки використаним автором методам досліджень встановлено, що найпоширенішими були віруси: вірус мозайки яблуні (ВМЯ), вірус хло-

© Андрієвський В.В., Врублевський А.Т., Філіпова Л.М., Машкевич В.В., Машкевич О.В., 2019.

ротичної кільцевої плямистості, вірус некротичної кільцевої плямистості, а також змішана вірусна інфекція [9, 10]. Колчанова О. В., Обозний О. І., що високе ураження грибною інфекцією зародків та сім'ядоль фундука, тому як експланти використовували апікальні меристеми бруньок [4]. Також відомо, що не всі меристеми є вільними від вірусів [11, 12]. У частині донорних рослин меристеми бруньок фундука, окрім вірусів і грибів, можуть бути ушкоджені кліщем [13], який є переносником вказаних патогенів.

Про шкодочинність вірусів свідчить багато досліджень. Так, Aramburu J. i Rovira M., порівнюючи протягом чотирьох років урожай безвірусних рослин і рослин уражених вірусом яблучної мозайки встановили, що урожай вільних від вірусів рослин був на 77 %вищим. Головним чином це пов'язано з утворенням більшої кількості горіхів, а не з різницєю в масі горіха [14]. Також авторами було встановлено, що в Каталонії в середньому 15 % дерев у десятирічному віці містять цей вірус [15]. Часто більшість інфікованих клонів є безсимптомними. Підвищує ефективність оздоровлення фундука через меристему застосування теплової терапії заражених рослин на 21 або більше діб при температурах, що змінюються кожні 4 години між 30 та 38 °C [16]. Це свідчить про те, що не достатньо виділити певну кількість меристем, а й серед регенерованих з них ліній необхідно за результатами методів тестування відібрati безвірусні.

Для фундука, як і для інших деревних культур, проблемним є отримання первинних експлантів (для подальшого культивування або ізоляції меристем), вільних від контамінуючої мікрофлори. Досягають цього шляхом випробувань різних методів: від обробки ультрафіолетовим промінням [17] до застосування біоцидів [5]. Зокрема, щоб звільнити ядро від *Aspergillus flavus* і *Aspergillus parasiticus* застосовували азотну плазму [18]. Перші ознаки контамінування найчастіше проявляються вже на 5–7 добу культивування. При відборі зразків на бактеріологічне забруднення швидкоростаючі бактерії проявлялися на тестових середовищах вже на 3 добу, а повільноростучі – на 7 добу культивування [21]. Забруднення не завжди видно на стадії створення культури; деякі ендогенні контамінанти стають очевидними в більш пізніх субкультурах, і їх важко усунути [19].

Меншу кількість контамінантів відмічено за вирощування донорів первинних експлантів в теплиці [20]. Біоцид РРМ (Plant Preservative Mixture) [22] в останні роки успішно використовують як основний або додатковий деконтамінант при введенні фундука [5] та інших культур [23, 24, 25].

Рослини фундука в природних умовах містять багато фенолоподібних речовин [26]. Ці речовини виконують захисну функцію, вберігаючи рослини від патогенів. Зокрема Oliveira I. [27], в листях ліщини виявлено всім фенольних сполук, які мали антимікробну здатність на грампозитивні (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*) та грамнегативні бактерії (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*) і гриби (*Candida albicans*, *Cryptosporidium neoformans*).

Однак в умовах *in vitro* спостерігають ряд проблем. Зокрема, у фундука, як і більшості видів рослин, при переведенні з умов *in vivo* в *in vitro* відбувається фенольна інтоксикація експлантів [28]. Після введення в культуру експланти виділяють у середовище продукти вторинного обміну, які потім пригнічують їх ріст і розвиток. Це особливо актуально для таких деревних видів як дуб та горіх [29]. Фенольні сполуки є одними із найбільш поширеніх вторинних метаболітів у тканинах вищих рослин. Їх синтез зберігається як культивування клітин і тканин в умовах *in vitro*. Встановлено, що зростання рівня диференціації клітин супроводжується збільшенням їх здатності до утворення поліфенолів. Так, у мікропагонах рослин-регенерантів, що знаходилися на стадії стійкої проліферації, вміст фенольних сполук вище, ніж в калюсних тканинах. У тканинах інтактних рослин та ініційованих з них рослин-регенерантів фенольні сполуки виявлено переважно в епідермі та зоні провідних пучків.

Дані окремих дослідників щодо впливу фенольних сполук на процеси ризогенезу неоднозначні. Одні [16] вважають, що під час ризогенезу фенольні речовини відіграють другорядну роль порівняно з фітогормонами, але вони здатні змінювати рівень ауксинів, виступаючи протекторами чи активаторами процесів їх окиснення. У модельних дослідах показано, що моногідроксилні феноли, руйнуючи ауксин, виступають коферментом ауксиноксидази і в такий спосіб гальмують ріст рослин. За даними ряду дослідників [30–32] дигідроксилні феноли, навпаки, виявляють інгібуючу дію на ауксиноксидазу і стимулюють ростові процеси.

Вплив фенолів та інших подібних речовин обумовлює зменшення регенераційного потенціалу за тривалого субкультивування [33–35]. Щоб нейтралізувати виділені феноли, рекомендують [34] додавати в середовище активоване вугілля (1–2 г/л), адсорбційні властивості якого сприяють рівномірному розподілу елементів живлення в середовищі та видаленню продуктів метаболізму.

Поширеним на практиці є часте пересаджування експлантів. Щодо горіха встановлено, що інтенсивне виділення фенольних речовин у живильне середовище спостерігали у 8–35 % експлантів, але часті пересадки (через 2–7 діб) дозволяли мінімізувати негативний вплив цього явища [29]. Тобто для кожного окремого виду рослин для усунення фенолоутворення експлантами застосовують різноманітні способи нейтралізації цих речовин, і тим самим запобігають негативному їх впливу на ріст і розвиток матеріалу *in vitro*.

Мета дослідження – проаналізувати проблемні аспекти мікроклонального розмноження фундука та запропонувати шляхи їх вирішення на основі результатів власних досліджень.

Завдання дослідження – на основі аналізу літературних даних визначити основні деконтамінанти при вирощуванні донорних рослин та на етапі введення в асептичні умови, проблему отруєння фенольним ексудатом; дослідити основні детермінанти на етапі мультиплікації, ризогенезу та постасептичної адаптації; за результатами досліджень надати практичні рекомендації щодо розмноження фундука.

Матеріал і методи дослідження. Об'єкт дослідження – рослини фундука сортів Трапезунд, Сірена, ліціна ведмежа. Дослідження проводили в стандартних лабораторних умовах [34]. В якості світлоносіїв використовували світлодіодні світильники Bellson 20W, розміщені паралельними рядами над рослинами, потужність одного світильника – 20 Вт, світловий потік – 1780 Лм (аналог ЛБ-36). Освітлення поступово протягом двох тижнів підвищували із 1500 до 3000 lux. Об'єм вибірки 60 рослин. Послідовність серії дослідів наступна: кращий варіант попереднього досліду приймали як контроль у наступному досліді.

Для вивчення впливу на фенолоутворення віку рослин-донорів нами випробувано експланти, ізольовані із рослин-донорів 2 і 18 років. Рослини *in vitro* культивували на таких штучних живильних середовищах: MS (Murashige and Skoog); QL (Quoirin & Lepoivre medium); DKW (Driver and Kuniyuki Walnut Medium); WPM (Woody Plant Medium); NRM (Nas and Read Medium) [34, 36, 37].

У досліді з вивчення ефективності речовин із гормональною активністю на етапі мультиплікації використовували:

Кінетин – належить до класу цитокінінів, рослинного гормону, який сприяє діленню клітин, індукції калюсогенезу (у поєднанні з ауксином) та регенерації тканин з каллюса.

Бензиламінопурин – синтетичний аналог 6-амінопурина, використовують при формуванні калюсних культур.

Форхлорфенурон (ФХФУ, СРРУ, КТ-30) – рослинний фітогормон класу цитокінінів.

Тідіазурон – новий високоефективний цитокінін та дефоліант бавовника.

Щодо впливу активованого вугілля на ризогенез фундука досліджували концентрації 0,5–3,0 г/л. За вивчення впливу синтетичних ауксинів на ризогенез досліджували дію ІМК, НОК у концентраціях 0,5–3,0 мг/л.

Адаптацію проводили в умовах парника. Рослини висаджували в касети.

На етапі постасептичної адаптації для захисту від патогенної та сарофітної грибної інфекції досліджено вплив препаратів Амістар тріо 255 ЕС, Фалькон 460 ЕС, Імпакт 25SC, Агат 25K, Превікур Енерджі8 40 sl в.р.к.

Результати дослідження та обговорення. Грецький горіх і фундук є складними культурами для введення *in vitro*, особливо внаслідок активного контамінування та самоотруєння фенолоподібними речовинами. Нами досліджено нові підходи до двох представників роду *Corylus* – ліщини ведмежої та двох сортів фундука – Трапезунд і Сірена, які, на нашу думку, можуть вирішити проблему введення в культуру фундука стебловими експлантами. Це заміна гіпохлориту натрію на РРМ^{MT} (Plant Preservative Mixture), часті субкультивування, підготовка донорних рослин. Зміна технології деконтамінації шляхом додавання 2,5 мл РРМ^{MT} у живильне середовище без попередньої обробки гіпохлоритом натрію мала методичні складнощі. Зокрема, на живильне середовище висаджували нестерильний матеріал, який може контактувати як із інструментами (пінцети, ланцети та ін.), так і культуральними емностями.

Це спричинило появу контамінуючих агентів у пробірках, які не контактували із біоцидами. Тому відсоток стерильних експлантів від прояву контамінантів у цьому варіанті досліду, порівняно із тим, що передбачав обробку експлантів NaClO та додавання у середовище PPM^{МГ}, зменшувався в сорту Трапезунд з 81 до 56, а в сорту Сірена – з 87 до 63. Водночас зменшувалася кількість експлантів із опіками поверхневих тканин із 79 до 5 % у сорту Сірена та з 67 до 9 % у сорту Трапезунд. Також випробувано обробку експлантів на шейкері 50 % розчином PPM^{МГ}. Проте, зміна лише підходу в деконтамінації не вирішувала проблему в цілому.

Експланти, які не мали опіків, утворювали фенолоподібні речовини, що локалізувалися переважно в тканинах експлантів і менше виділялися у живильне середовище. Живці, які виглядали ззовні зеленими, при розтині мали коричневі за забарвленням тканини внаслідок самоотруєння точки росту та листків, що прокривають меристемний купол (рис. 1).



Рис. 1. Експлант з фенольними виділеннями.

У процесі дослідження також випробовували умови вирощування дворічних донорних рослин: а) у відкритому ґрунті; б) у теплиці. Експланти цих варіантів відрізнялися за приживанням, що, в першу чергу, залежало від самоотруєння фенолоподібним ексудатом. Перевага в усіх варіантах була при вирощуванні донорів у контролюваних умовах депозитарію. Наприклад, у сорту Трапезунд виживало 37,1 % (з яких контаміновано 16,5 % експлантів) ізольованих із маточних рослин, що росли у депозитарії. Із донорів, які росли у відкритому ґрунті, ці показники становили 12,9 та 11,6 % відповідно.

Отже, для виділення експлантів рослини-донори доцільно вирощувати у контролюваних умовах закритого ґрунту (депозитарій), що забезпечить підвищення відсотку десенізації та зменшення фенолоутворення.

Отримані результати для фундука підтверджено в процесі введення в асептичні умови горіха грецького. Первінні експланти формували повноцінні листки та бруньки. В базальній частині фенольний ексудат був майже відсутнім. Незважаючи на те, що ранева поверхня мала коричневий колір (рис. 2), під нею формувався щільний зелений калюс.

Для грецького горіха та фундука, з метою подолання проблем фенолоутворення, пропонуємо наступні заходи: культивування маточних рослин за розсіяного світла в умовах депозитарію; використання антиоксиданта аскорбінової кислоти для замочування експлантатів перед стерилізацією; введення рослин шляхом виділення меристем, продужених бруньок; додавання біоциду PPM (Plant

One of the main measures to prevent the formation of phenolic substances in explants is to use sterilization methods. For example, the use of NaClO and PPM^{МГ} has been shown to effectively reduce the incidence of contamination and the resulting phenolic products. Another approach is to use controlled environments like greenhouses or depots where the conditions are more predictable and less prone to contamination. This can help in maintaining the quality and viability of explants during the propagation process.

Overall, the study highlights the importance of proper handling and propagation techniques to ensure the quality and viability of explants used in tissue culture. By addressing issues like phenolic formation and contamination, researchers can develop more efficient and reliable methods for propagating various plant species through tissue culture technology.



Рис. 2. Базальна частина первинного експланта грецького горіха.

Preservative Mixture) в живильне середовище; додавання в живильне середовище ПВП (полівінілпіролідон).

Найпопулярнішими середовищами для мультиплікації фундука є середовище WPM + PVP модифіковане за вмістом 6-БАР: для фундука – 1,0 мг/л, для горіха ведмежого – 0,1 мг/л [28].

У культурі ізольованих тканин і органів спостерігають різну поведінку рослин різних видів, що обумовлене, у першу чергу, генетичною детермінацією здатності їх до розмноження, як і будь-якої іншої ознаки. На практиці створити відповідні умови, необхідні для конкретного генотипу, які індукують процеси регенерації або проліферації пагонів, не завжди вдається. До того ж, здатність до розмноження у рослин різних сортів у межах виду також варіює [4].

На перших етапах вирощування експланта важливим є успішне проходження процесів дедиференціації і вступу клітин у ембріональний стан, початок активних клітинних поділів, утворення калюсу, гісто- та органогенез. У цей час особливу увагу слід приділити оптимізації умов живлення. Для цього до складу живильного середовища додають, крім мінеральних солей і углеводів, амінокислоти, вітаміни, ауксини, цитокініни, гібереліни. У подальшому, для індукції росту стебла і формування кореня, склад живильного середовища спрощують [38].

На цьому етапі культивування як якісний, так і кількісний вміст елементів мінерального живлення детермінує інтенсивність того чи іншого напряму росту і розвитку. В наших дослідженнях рослини *in vitro* культивували на таких штучних живильних середовищах: MS, QL, DKW, WPM, NRM.

Встановлено, що на вказаних середовищах регенеранти формували конгломерати мікропагонів з різною кількістю (рис. 3). Найбільше мікропагонів було на середовищі DKW 3,6 при 1,8 на QL та 2,1 на MS.

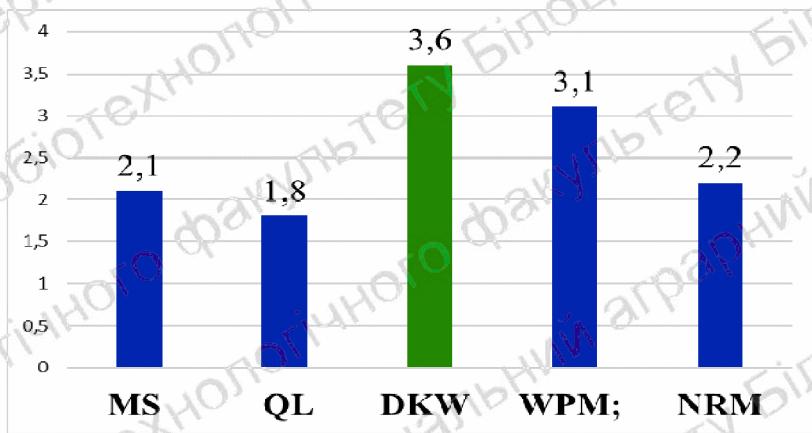


Рис. 3. Кількість мікропагонів в конгломераті *in vitro*.

Також живильне середовище впливало на розміри регенерантів. Зокрема, найменші регенеранти були на середовищі WPM (рис. 3), яке, на нашу думку, є непридатним для фундука.

Цитокініни беруть участь у багатьох фізіологічних процесах рослин, регулюють ділення клітин, морфогенез пагона і кореня, дозрівання хлоропластів лінійний ріст клітини, утворення додаткових бруньок і старіння. Співвідношення ауксинів та цитокінінів є ключовим чинником поділу клітин і диференціювання тканин рослин. У той час, як ефект цитокінінів на судинні рослини є плейотропним, цитокініни викликають зміни інтенсивності росту протонеми у мохів. Утворення бруньок можна вважати варіантом диференціювання клітин, і цей процес є специфічним ефектом цитокінінів. Цитокініни сприяють синтезу нової ДНК в клітині і контролюють S-фазу клітинного циклу у рослинних клітинах [39].

За порівняння ефективності застосування синтетичних фітогормонів із цитокініновою активністю, встановлено різний вплив на кількість мікропагонів в конгломераті та їх висоту (табл. 1).

Кінетин за впливом на кількість мікропагонів і їх висоту не відрізняється від контролю без цитокінінів. Найбільша кількість мікропагонів (5,3 при 3,5 на контролі) в конгломераті була за використання тідіазурону (0,015 мг/л), однак 42 % регенерантів були з ознаками гіпергідратації тканин. Також регенеранти за використання цього цитокініну мали найменші розміри.

Таблиця 1 – Вплив синтетичних цитокінів на розвиток конгломерату пагонів фундука *in vitro* сорту Трапезунд

| Цитокінін, оптимальна концентрація, мг/л | Кількість мікропагонів у конгломераті, шт. | Висота конгломерату, мм | Кількість вітрифікованих регенерантів, % |
|--|--|-------------------------|--|
| Без цитокінінів (контроль) | 3,5±0,3 | 64±4 | - |
| Кінетин 2,5 | 3,7±0,3 | 66±5 | - |
| Бензиламінопурин (БАП) 1,5 | 4,8±0,3 | 51±6 | 2 |
| Форхлорфенуруон (ФХФУ), 0,2 | 4,1±0,4 | 55±4 | 18 |
| Тідазурон, 0,015 | 5,3± | 27±4 | 42 |

Дещо меншу кількість мікропагонів, але високі і з низьким відсотком вітрифікації – 2 %, отримано за додавання в середовище бензиламінопурину.

Щодо впливу концентрації активованого вугілля на ризогенез фундука встановили, що в асептичних умовах, так само як і проліферація, ризогенез детермінується трофічними та гормональними детермінантами. З трофічних детермінантів порівняно ризогенез на середовищах із повною та поливинними концентраціями мінеральних елементів. Це для багатьох культур стимулює ризогенез. Проте для фундука, який є досить важкою культурою за своїми фізіологічними і біологічними властивостями, такий метод виявився не доцільним. Регенеранти на середовищі із половиною концентрацією відставали від рослин, що виростили на стандартному середовищі.

Випробувано вплив різних концентрацій активованого вугілля на коренеутворення на фоні 3 мг/л ауксину індолілмасляної кислоти (табл. 2). Активоване вугілля затінює живильне середовище, адсорбує токсини, тому ефективно впливає на ризогенез. Серед порівнюваних оптимальною була концентрація в 2,5 г/л середовища. У цьому варіанті кількість коренів була найбільшою – 2,3 штуки на регенерант. Також за цієї концентрації коренева система (вимірювали по довжині найдовшого кореня) була 36 мм за 1 мм на контролі.

Таблиця 2 – Вплив різних концентрацій активованого вугілля на коренеутворення на 30-ту добу культивування фундука сорту Трапезунд

| Концентрація, г/л | Кількість коренів, шт. | Довжина коренів, мм |
|-------------------|------------------------|---------------------|
| 0 (контроль) | 0,3 ±0,1 | 1 ±2 |
| 0,5 | 0,5 ±0,2 | 1 ±1 |
| 1,5 | 1,0 ±0,3 | 12 ±2 |
| 2,0 | 1,1 ±0,2 | 13 ±4 |
| 2,5 | 2,3 ±0,4 | 36 ±4 |
| 3,0 | 0,8 ±0,5 | 5 ±3 |

Вищі концентрації були більш токсичними. В регенерантів формувалася менша кількість коренів. Вони були вкороченими без розгалужень.

Отже, оптимальною концентрацією активованого вугілля є 2,5 г/л середовища.

Також встановлено вплив походження живців на розвиток регенерантів. Найменші регенеранти виростили із живців з ізольованою базальною частиною пагона. А найбільші, із країщими показниками ризогенезу, пагони отримано з апікальних живців. На нашу думку, це пов'язано із природнім накопиченням ауксинів в апікальній частині пагона.

За вивчення впливу різних концентрацій синтетичних ауксинів на ризогенез (табл. 3) встановлено, що найбільша кількість коренів була за додавання ауксину індолілмасляної кислоти (далі ІМК) в кількості 3,0 мг/л.

Проте у цьому варіанті корені були короткими та аномально потовщеніми, схожими на туберидії орхідних. Найбільша довжина коренів була за концентрації ІМК 3,0 мг/л – 9,3 мм. За кількістю коренів та їх довжиною нафтилоцтова кислота (НОК) не поступається контролю, проте дає гірші показники, ніж ІМК.

Отже, додавання в живильне середовище 3 мг/л ІМК збільшує кількість коренів із 0 на контролі до 2,5.

Для акліматизації мікропагонів (етап постасептичної адаптації), розмножених в культурі *in vitro*, застосовують дві основні стратегії, що базуються на зменшенні водного стресу при зміні умов культивування і стимуліванні фотоавтотрофного росту культури. Позбавити мікропагони

стресу дає можливість акліматизація з використанням аквакультури, що позитивно впливає на відсоток адаптованих рослин.

Таблиця 3 – Вплив різних концентрацій синтетичних ауксинів коренеутворення на 30-ту добу культивування фундука сорту Трапезунд

| Ауксин, концентрація, мг/л | Кількість коренів, шт. | Довжина коренів, мм |
|----------------------------|------------------------|---------------------|
| Без ауксинів (контроль) | 0 | 0 |
| IMK, 0,5 | 0 | 0 |
| IMK, 1,0 | 0,7 ± 0,3 | 0,2 ± 0,1 |
| IMK, 2,0 | 1,1 ± 0,4 | 0,4 ± 0,2 |
| IMK, 3,0 | 2,5 ± 0,7 | 9,3 ± 0,5 |
| HOK, 0,5 | 0 | 0 |
| HOK, 1,0 | 0,8 ± 0,3 | 0,1 ± 0,1 |
| HOK, 2,0 | 0,9 ± 0,4 | 0,3 ± 0,2 |
| HOK, 3,0 | 1,6 ± 0,5 | 6,0 ± 0,2 |

Адаптацію проводили в умовах парника. Рослини висаджували в касети. Протягом 1,5–2,0 місяців регенеранти були придатними для висадки у відкритий ґрунт. На завершення літа – початок осені рослини мали здерев'яніле стебло, розвинуті корені та листки і були придатними для перезимівлі.

Найскладнішим періодом адаптації є перші 2–3 тижні. На цьому етапі рослини пригнічуються й можуть уражуватися як патогенними, так і сапропітними грибами. Встановлено неоднакову приживлюваність рослин в умовах вологої камери (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив одноразової обробки регенерантів фунгіцидами на їх приживання (45-та доба культивування)

| Фунгіцид | Прижилося, % | Маса рослини, г |
|--|--------------|-----------------|
| Обробка дистильованою водою (контроль) | 31 ± 4 | 16 ± 3 |
| Амістар тріо 255 ЕС | 14 ± | 11 ± 3 |
| Фалькон 460 ЕС | 91 ± | 18 ± 2 |
| Імпакт 25SC | 33 ± | 15 ± 2 |
| Агат 25K | 36 ± | 17 ± 4 |
| Превікур Енерджі 840 sl в.р.к | 93 | 28 ± 2 |

Фунгіцид Амістар тріо 255 ЕС зумовив порівняно із контролем зменшення відсотку приживання та зменшення ваги рослин. Найбільше рослин приживалося за обробки фунгіцидами Фалькон та Превікур Енерджі 840 sl в.р.к. Останній, окрім фунгіцидного захисту, стимулював ростові процеси, що проявилося в збільшенні маси рослини із 16 г на контролі до 28 г у цьому варіанті.

Висновки. 1. Культивування рослин проводять на середовищі DKW, що забезпечує формування найбільшої кількості мікропагонів – 3,6 шт. порівняно з 1,8 шт. на середовищах QL та 2,1 шт. на MS.

2. Для подолання проблем феноутворення пропонуємо ряд заходів: культивування маточних рослин за розсіяного світла в умовах депозитарію; використання антиоксиданта аскорбінової кислоти для замочування експланратів перед стерилізацією; введення рослин шляхом виділення меристем, пробуджених бруньок; додавання в живильне середовище біоциду РРМ (Plant Preservative Mixture); додавання в живильне середовище ПВП (полівінілпіролідон).

3. На етапі мультиплікації в живильне середовище додають 1,5 мг/л бензиламінопурину. Ця концентрація сприяла формуванню у середньому 4,8 шт. мікропагонів з високим темпом росту і з низьким відсотком вітrifікації 2 %.

4. Для успішного ризогенезу середовище модифікують додаванням 2,5 г активованого вугілля та ауксину індолімасляної кислоти в кількості 3,0 мг/л. Додавання 2,5 г активованого вугілля забезпечує формування найбільшої кількості коренів – 2,3 шт. на 3 мг/л IMK у складі живильного середовища і сприяє збільшенню кількості коренів із 0 на контролі до 2,5 шт.

5. На початку постасептичної адаптації рослини та субстрат обприскують фунгіцидом Превікур Енерджі 840 sl в.р.к., що забезпечує кращу приживлюваність рослин. Окрім фунгіцидного захисту, препарат стимулює ростові процеси, що проявляється у збільшенні маси рослин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Балабак О. А., Балабак А. В. Удосконалення технології розмноження сортів фундука в умовах Правобережного Лісостепу України. Вестник Уманського національного університета садоводства. 2015. № 2. С. 44–47.
2. Рижук Т. О. Вивчення регенераційного потенціалу представників роду *Corylus* L. в умовах *in vivo*. Селекційно-генетична наука і освіта. 2017. 211 с.
3. Косенко І. С. Найважливіші досягнення у науковій роботі Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України у 2010 році. Автохтонні та інтродуковані рослини. 2010.
4. Колчанова О. В., Обозний О. І. Особливості введення в культуру *in vitro* представників роду *Corylus*. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія. 2015. № 3. С. 91–97.
5. Подгаєцький А. А., Мацкевич В. В., Брублевський А. Т. Використання біоциду РРМ як додаткового деконтамінанта в процесі мікроклонального розмноження рослинних об'єктів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2016. № 9. С. 156–160.
6. Мазур Н. Зеленые клони: на Пересыпи «штампуют» здоровые микросаженцы для плантаций киви и фундука под Одессой. URL: <http://dumskaya.net/news/klonirovaniye-po-odesski-v-laboratori-ii-na-peresyp-073803/>
7. В Ковчеге выращивают саженцы фундука in-vitro. URL: <http://orchovod.com/articles/658-v-kovchege-vyraschivayut-sazhency-funduka-in-vitro.html>
8. Lucky PLANTS, ООО. URL: <https://lucky-plants.all.biz/>
9. Тарасенко Г. А. Використання імуноферментного аналізу (ІФА) в діагностиці вірусів представників роду *Corylus* L. Автохтонні та інтродуковані рослини. 2013. № 9. С. 137–141.
10. Тарасенко Г. А. Віруси та вірусні хвороби рослин роду *Corylus* L. в екологічних умовах НДІ Софіївка НАНУ. Автохтонні та інтродуковані рослини. 2014. № 10. С. 168–174.
11. Мэтьюз Р. Віруси растений. М.: Мир. 1973. 686 с.
12. Мацкевич В. В. Удосконалені методи оздоровлення картоплі від вірусів та використання отриманого матеріалу в первинному насінництві: автореферат на здобуття ступеня канд. с.-г. н. за спеціальністю 06.01.14 – насінництво. Київ, 2004. 153 с.
13. Burgess J. E., Thompson M. M. Shoot development and bud mite infestation in hazelnut (*Corylus avellana*). Annals of applied biology. 1985. Т. 107. № 3. С. 397–408.
14. Aramburu J., Rovira M. The effects of apple mosaic ilarvirus (ApMV) on hazelnut (*Corylus avellana* L.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 1998. Т. 73. № 1. С. 97–101.
15. Aramburu J., Rovira M. Incidence and natural spread of apple mosaic ilarvirus in hazel in north-east Spain. Plant Pathology. 2000. Т. 49. № 4. С. 423–427.
16. Postman J. D., Mehlenbacher S. A. Apple mosaic virus in hazelnut germplasm. III International Congress on Hazelnut 351. 1992. С. 601–610.
17. Stoops J. et al. Decontamination of powdery and granular foods using Continuous Wave UV radiation in a dynamic process. Journal of Food Engineering. 2013. Т. 119. № 2. С. 254–259.
18. Dasan B. G., Boyaci I. H., Mutlu M. Nonthermal plasma treatment of *Aspergillus* spp. spores on hazelnuts in an atmospheric pressure fluidized bed plasma system: Impact of process parameters and surveillance of the residual viability of spores. Journal of Food Engineering. 2017. Т. 196. С. 139–149.
19. Reed B. M. et al. Internal bacterial contamination of micropropagated hazelnut: identification and antibiotic treatment. Pathogen and microbial contamination management in micropropagation. Springer, Dordrecht, 1997. С. 169–174.
20. Yu X., Reed B. M. A micropagation system for hazelnuts (*Corylus* species). HortScience. 1995. Т. 30. № 1. С. 120–123.
21. Reed B. M. et al. Internal bacterial contamination of micropropagated hazelnut: identification and antibiotic treatment. Plant cell, Tissue and organ culture. 1998. Т. 52. № 1–2. С. 67–70.
22. Plant Preservative Mixture. URL: <https://www.plantcelltechnology.com/plant-preservative-mixture-ppm/>
23. Мацкевич О.В., Лісовий М.М. Особливості розмноження гібридів павловнії (*Paulownia*) *in vitro*. VI Міжнародна науково-практична конференція. «Біотехнологія: звершення та надія», присвячена до 120-річчя НУБіП України. 14–16 листопада 2017. м. Київ. С. 218–219.
24. Філіпова Л.М., Мацкевич В.В. Удосконалення елементів технології мікроклонального розмноження *Cornus Mas* L. VI Міжнародна науково-практична конференція. «Біотехнологія: звершення та надія», присвячена до 120-річчя НУБіП України. 14–16 листопада 2017. м. Київ. С. 90–91.
25. Rihan H. Z. et al. The effect of using PPM (plant preservative mixture) on the development of cauliflower microshoots and the quality of artificial seed produced. Scientia horticulturae. 2012. Т. 141. С. 47–52.
26. Schmitzler V. et al. Roasting affects phenolic composition and antioxidative activity of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). Journal of food science. 2011. Т. 76. № 1.
27. Oliveira I. et al. Hazel (*Corylus avellana* L.) leaves as source of antimicrobial and antioxidative compounds. Food chemistry. 2007. Т. 105. № 3. С. 1018–1025.
28. Андрієвський В.В., Брублевський А. Т. Особливості введення гречького горіха *in vitro*. Тези VI міжнародної науково-практичної конференції "Біотехнологія: Звершення та надія". Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2017. 1. С. 31–32.
29. Тітаренко Т.Є., Медведєва Т. В., Сатіна Г. М., Сатіна Л. Ф. Розмноження буковинських сортів горіха гречького (*Juglans regia* L.). Садівництво. 2009. Вип. 62. С. 58–64.
30. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста. Физиология растений. 1997. Т. 44. № 3. С. 471–480.
31. Мороз П. А., Комисаренко Н. Ф. Аллелопатическая активность некоторых фенольных соединений. Роль токсинов растительного и микробиального происхождения в аллелопатии. Київ: Наук. думка. 1983. С. 118–122.

32. Скрипченко Н. В. Динаміка вмісту фенольних речовин в пагонах актинідії та регенераційна здатність при розмноженні. Вісник харківського національного аграрного університету. Серія «Біологія». 2009. Вип. 1 (16). С. 63–67.
33. Калинин Ф.Л., Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Технологія микроклонального размноження растений. Київ: Наук. думка, 1992. 232 с.
34. Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Мікроклональне розмноження рослин. К.: Наукова думка, 2005. 271 с.
35. Улінєць В.З. Вплив вірусної інфекції на спектральні характеристики фотосинтетичного апарату рослин родини Solanaceae: автореф. дис. канд. біол. наук: 03.00.06 «Ботаніка». К., 2002. 22 с.
36. Shi Dongxue. Effects of culture media and plant growth regulators on micropagation of willow (*Salix matsudana* 'Golden Spiral') and hazelnut (*Corylus colurna* 'Te Terra Red)' (2014). Theses, Dissertations, and Student Research in Agronomy and Horticulture. 79. URL: <http://digitalcommons.unl.edu/agronhortdiss/79>.
37. Nas M.N. P.E. Read. 2004. A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropagation of hazelnuts. *Scientia Horticulturae*. 101. P. 189–200.
38. Мусієнко М.М., Панюта О.О. Біотехнологія рослин: навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. 114 с.
39. Веденичова Н.П., Косаківська І.В. Цитокініни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. Київ: Наш формат, 2017. 200 с.

REFERENCES

- Balabak, O. A., Balabak, A. V. (2015). Udoskonalennja tehnologii' rozmnozhenija sortiv funduka v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrayny [Improvement of the technology of propagation of varieties of hazelnuts in the conditions of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine]. Vestnyk Umanskogo nacyonal'nogo unyversyteta sadovodstva [Bulletin of Uman National University of Horticulture], no. 2, pp. 44–47.
- Ryzhuk T. O. (2017). Vyvchennja regeneracjnogo potencialu predstavnyciv rodu *Corylus* L. v umovah in vivo [Investigation of regeneration potential of representatives of the genus *Corylus* L. in in vivo conditions]. Selekcijno-genetychna nauka i osvita [Selection-genetic science and education], 211 p.
- Kosenko I. S. (2010). Najvazhlyvishi dosjagnennja u naukovij roboti Nacional'nogo dendrologichnogo parku «Sofiivka» NAN Ukrayny u 2010 roci [Major achievements in the scientific work of the National Dendrology Park "Sofiyivka" of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2010]. Avtohtonni ta introdukovani roslyny [Autochthonous and introduced plants].
- Kolchanova, O. V., Oboznyj, O. I. (2015). Osoblyvosti vvedennja v kul'turu in vitro predstavnyciv rodu *Corylus* [Features of introduction into culture of in vitro representatives of the genus *Corylus*]. Visnyk Harkiv'skogo nacionnal'nogo agrarnogo universytetu. Serija: Biologija [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Biology], no. 3, pp. 91–97.
- Podgajec'kyj, A. A., Mackevych, V. V., Vrublevs'kyj, A. T. (2016). Vykorystannja biocydyy RRM jak dodatkovogo dekontaminanta v procesi mikroklonal'nogo rozmnozhenija roslynnyh ob'jektiv [Use of PPM biocide as an additional decontaminant in microclonal reproduction of plant objects]. Visnyk Sum'skogo nacionnal'nogo agrarnogo universytetu. Serija: Agronomija i biologija [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology], no. 9, pp. 156–160.
- Mazur, N. Zelenye kloni: na Peresypu «shtampujut» zdorovye mikrosazhency dlja plantacij kivi i funduka pod Odessoj [Green clones: healthy micro seedlings for Kiwi and hazelnut plantations near Odessa are “stamped” on Peresyp]. Available at: <http://dumskaya.net/news/klonirovanie-po-odesski-v-laboratori-ii-na-peresyp-073803/>
- V Kovchege vyrashhivajut sazhency funduka in-vitro [In-vitro hazelnut seedlings are grown in the Ark]. Available at: <http://orehovod.com/articles/658-v-kovchege-vyraschi-vayut-sazhency-funduka-in-vitro.html>
- Lucky PLANTS, OOO. Available at: <https://lucky-plants.all.biz/>
- Tarasenko, G. A. (2013). Vykorystannja imunofermentnogo analizu (IFA) v diagnostyci virusiv predstavnyciv rodu *Corylus* L [Use of immunoassay (ELISA) in the diagnosis of viruses of the genus *Corylus* L]. Avtohtonni ta introdukovani roslyny [Autochthonous and introduced plants], no. 9, pp. 137–141.
- Tarasenko, G. A. (2014). Virusy ta virusni hvojorby roslyn rodu *Corylus* L. v ekologichnyh umovah NDP Sofiivka NANU [Viruses and viral diseases of plants of the genus *Corylus* L. in the ecological conditions of the NDP Sofiyivka National Academy of Sciences]. Avtohtonni ta introdukovani roslyny [Autochthonous and introduced plants], no. 10, pp. 168–174.
- Mjetjuz, R. (1973). Virusy rastenij [Plant viruses]. Moscow, World, 686 p.
- Mackevych, V. V. (2004). Udoskomaleni metody ozdrovlenija kartopli vid virusiv ta vykorystannja otrymanogo materialu v pervynnomu nasinnyctvi: avtoreférat na zdobutju stupenja kand. s.- g. n. za special'nistju 06.01.14 – nasinnyctvo [Improved methods of sanitation of potatoes from viruses and use of the obtained material in primary seeding: the author's abstract for the degree of candidate of agricultural sciences in the specialty 06.01.14 – seed production]. Kyiv. 153 p.
- Burgess, J. E., Thompson, M. M. (1985). Shoot development and bud mite infestation in hazelnut (*Corylus avellana*). Annals of applied biology. Vol. 107, no. 3, pp. 397–408.
- Aramburu J., Rovira, M. (1998). The effects of apple mosaic ilarvirus (ApMV) on hazelnut (*Corylus avellana* L.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. Vol. 73, no. 1, pp. 97–101.
- Aramburu, J., Rovira, M. (2000). Incidence and natural spread of apple mosaic ilarvirus in hazel in north-east Spain. Plant Pathology. Vol. 49, no. 4, pp. 423–427.
- Postman, J. D., Mehlenbacher, S. A. (1992). Apple mosaic virus in hazelnut germplasm. III International Congress on Hazelnut 351. pp. 601–610.
- Stoops, J. (2013). Decontamination of powdery and granular foods using Continuous Wave UV radiation in a dynamic process. Journal of Food Engineering. Vol. 119, no. 2, pp. 254–259.
- Dasan, B. G., Boyaci, T. H., Mutlu, M. (2017). Nonthermal plasma treatment of *Aspergillus* spp. spores on hazelnuts in an atmospheric pressure fluidized bed plasma system: Impact of process parameters and surveillance of the residual viability of spores. Journal of Food Engineering. Vol. 196, pp. 139–149.

19. Reed, B. M. (1997). Internal bacterial contamination of micropropagated hazelnut: identification and antibiotic treatment. *Pathogen and microbial contamination management in micropagation*. Springer, Dordrecht, pp. 169–174.
20. Yu, X., Reed, B. M. (1995). A micropropagation system for hazelnuts (*Corylus* species). *HortScience*. Vol. 30, no. 1, pp. 120–123.
21. Reed, B. M. (1998). Internal bacterial contamination of micropropogated hazelnut: identification and antibiotic treatment. *Plant cell, Tissue and organ culture*. Vol. 52, no. 1-2, pp. 67–70.
22. Plant Preservative Mixture. Available at: <https://www.plantcelltechnology.com/plant-preservative-mixture-ppm/>
23. Mackevych, O.V., Lisovyj, M.M. Osoblyvosti rozmnozhenja gibrudu pavlovnii' (Paulownia) in vitro [Peculiarities of breeding of the hybrid Pavlovnia (Paulownia) in vitro]. VI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferencija. «Biotehnologija: zvershennja ta nadii», prysvjachena do 120-richchja NUBiP Ukrai'ny. 14-16 lystopada 2017 [VI International Scientific and Practical Conference. "Biotechnology: achievement and hope", devoted to the 120th anniversary of NUBiP of Ukraine. November 14-16, 2017]. Kyiv, pp. 218–219.
24. Filipova, L.M., Mackevych, V.V. Udoskonalennja elementiv tehnologii mikroklonal'nogo rozmnozhenja Cornus Mas L [Improvement of Cornus Mas L microclonal propagation technology elements]. VI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferencija. «Biotehnologija: zvershennja ta nadii», prysvjachena do 120-richchja NUBiP Ukrai'ny. 14-16 lystopada 2017 [VI International Scientific and Practical Conference. "Biotechnology: achievement and hope", devoted to the 120th anniversary of NUBiP of Ukraine. November 14-16, 2017]. Kyiv, pp. 90–91.
25. Rihan, H. Z. (2012). The effect of using PPM (plant preservative mixture) on the development of cauliflower microshoots and the quality of artificial seed produced. *Scientia horticulturae*. Vol. 141, pp. 47–52.
26. Schmitzer, V. (2011). Roasting affects phenolic composition and antioxidative activity of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Journal of food science*. Vol. 76, no. 1.
27. Oliveira, I. (2007). Hazel (*Corylus avellana* L.) leaves as source of antimicrobial and antioxidative compounds. *Food chemistry*. Vol. 105, no. 3, pp. 1018–1025.
28. Andrijevs'kyj, V.V., Vrublevs'kyj, A.T. (2017). Osoblyvosti vvedennja grec'kogo goriha in vitro [Features of the introduction of walnut in vitro]. Tezy VI mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii "Biotehnologija: Zvershennja ta nadii". Nacional'nyj universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrai'ny [Abstracts of the VI International Scientific and Practical Conference "Biotechnology: Achievements and Hope"]. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine], no. 1, pp. 31–32.
29. Titarenko, T.Je., Medvedjeva, T. V., Satina, G. M., Satina, L. F. (2009). Rozmnozhenja bukovyn'skyh sortiv goriha grec'kogo (Juglas regia L.) [Reproduction of Bukovine grape varieties (Juglas regia L.)]. Sadivnyctvo [Gardening], Issue 62, pp. 58–64.
30. Kefeli, V.I. (1997). Prirodnye ingibitory rosta [Natural growth inhibitors]. *Fiziologija rastenij* [Plant physiology], Vol. 44, no. 3, pp. 471–480.
31. Moroz, P. A., Komissarenko, N. F. (1983). Allelopaticheskaja aktivnost' nekotoryh fenol'nyh soedinenij [Allelopathic activity of some phenolic compounds]. Rol' toksinov rastitel'nogo i mikrobial'nogo proishozhdenija v allelopatii [The role of toxins of plant and microbial origin in allelopathy]. Kyiv, Scientific thought, pp. 118–122.
32. Skrypcenko, N. V. (2009). Dynamika vnutru fenol'nyh rechovyn v pagonah aktynidi' ta regeneracijna zdatnist' pry rozmnozhenji [Dynamics of the content of phenolic substances in actinide shoots and regenerative ability at reproduction]. Visnyk harkiv'skogo nacional'nogo agrarnogo universytetu. Serija «Biologija» [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Biology series], Issue 1 (16), pp. 63–67.
33. Kalinin, F.L., Kushnir, G. P., Sarnac'ka, V. V. (1992). Tehnologija mikroklonal'nogo razmnozhenija rastenij [Technology of microclonal propagation of plants]. Kyiv, Scientific thought, 232 p.
34. Kushnir, G. P., Sarnac'ka, V. V. (2005). Mikroklonal'ne rozmnozhenja roslyn [Microclone propagation of plants]. Kyiv, , Scientific thought, 271 p.
35. Ulyneč', V.Z. (2002). Vplyv virusnoi' infekcii' na spektralni harakterystyky fotosyntetychnogo aparatu roslyn rodyiny Solanaceae: avtoref. dys. kand. biol. nauk: 03.00.06 «Botanyka» [Influence of virus infection on the spectral characteristics of the photosynthetic apparatus of plants of the family Solanaceae: the dissertation author's abstract of the candidate of biological sciences: 03.00.06 "Botanika"]. Kyiv, 22 p.
36. Shi, Dongxue. (2014). Effects of culture media and plant growth regulators on micropropagation of willow (*Salix matsudana* 'Golden Spiral') and hazelnut (*Corylus colurna* 'Te Terra Red'). Theses, Dissertations, and Student Research in Agronomy and Horticulture. 79. Available at: <http://digitalcommons.unl.edu/agronhortdiss/79>.
37. Nas, M.N., Read, P.E. (2004). A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropagation of hazelnuts. *Scientia Horticulturae*. 101. pp. 189–200.
38. Musijenko, M.M., Panjuta, O.O. (2005). Biotehnologija roslyn [Biotechnology of plants]. Kyiv, Publishing and Printing Center "Kyiv University", 114 p.
39. Vedenychova, N.P., Kosakivs'ka, I.V. (2017). Cytokininy jak regulatory ontogenezu roslyn za riznyh umov zrostannja [Cytokinins as regulators of ontogenesis of plants under different growth conditions]. Kyiv, Our format, 200 p.

Проблемы микроклонального размножения фундука

Андрієвський В. В., Врублевський А. Т., Філіппова Л. Н., Мацкевич В. В., Мацкевич О. В.

Постановка проблемы. Фундук – ценная орехоплодная культура, в экономическом плане достаточно прибыльная. Сдерживающим фактором для масштабного выращивания фундука в Украине являются малые коэффициенты размножения обычными методами. Альтернативой для решения этой проблемы может быть метод микроклонального размножения, который сейчас активно внедряют в коммерческих целях. Сложности МКР фундука есть на каждом из этапов этой технологии: 1) введение в асептические условия; 2) мультиплексия *in vitro*; 3) индукция ризогенеза; 4) постасептическая адаптация.

Цель. В статье проанализировано проблемные аспекты микроклонального размножения фундука и предложено пути их решения на основе результатов собственных исследований. В частности, изучено влияние фенолобразования, питательной среды, типа, концентрации и метода аппликации фитогормонов на корнеобразования и пролиферацию микропробегов.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в стандартных лабораторных условиях. Объект исследований – растения фундука сортов Трапезунд, Сирена, лещина медвежонок. Установлено, что процессы ризогенеза и пролифераций индуцируются трофическими и гормональными детерминантами.

Результаты исследования и обсуждение. Для оптимизации процесса микроклонального размножения фундука рекомендуется использовать питательную среду DKW. Выявлено, что активированный уголь и частые пересадки эксплантов на начальных этапах нейтрализуют фенолобразование. Для преодоления проблем фенолобразования установлено также эффективность ряда таких мероприятий как культивирования маточных растений по рассеянному свету в условиях депозитария; введение растений путем выделения меристем, пробудившихся почек; добавление в питательную среду биоцида PPM (Plant Preservative Mixture); добавление в питательную среду ПВП (поливинилпироридон). На этапе мультипликации в питательную среду добавляют 1,5 мг/л бензиламинопурина. Нами проверено влияние различных концентраций активированного угля на ризогенез на фоне 3 мг/л ауксина индолилмасляной кислоты. Активированный уголь затеняет питательную среду, адсорбирует токсины, поэтому эффективно влияет на корнеобразования. Среди сравниваемых концентраций оптимальной была 2,5 г/л среды.

Выводы. Показано возможность использования влажной камеры для постасептической адаптации регенерантов. Обработка растений и субстрата фунгицидом Превикур Энерджи 840 sl в.р.к. улучшает их приживаемость и стимулирует рост.

Ключевые слова: микроклональное размножение, деконтаминация, фенольное самоотравление, фитогормоны, индукция корнеобразования, постасептическая адаптация.

The problems of hazelnut microclonal propagation

Andrievsky V., Vrublevsky A., Filipova L., Matskevych V., Matskevych O.

The problem statement. Hazelnut is a valuable nut culture, which is quite profitable in economic way.

A deterrent to an extensive cultivation of hazelnut in Ukraine is a low ratio of breeding in a conventional methods.

The alternative to solving this problem may be the method of microclonal propagation, which is actively implemented in commercial purposes.

The difficulties of hazelnut microclonal propagation exist on every stage of this technology: 1) introduction to aseptic conditions; 2) multiplication *in vitro*; 3) rhizogenesis induction; 4) postaseptic adaptation.

The aim of the research. The article deals with problem aspects of hazelnut microclonal propagation and analyzes the ways of solving these problems based on the own research results. In particular, the influence of phenol emergence, culture medium, type, concentration and method of phytohormones application on root formation and proliferation are examined.

Materials and methods. The research was held in a standart laboratory conditions.

The object of research are hazelnut plants varieties such as Corylus Trapezund, Corylus avellana Syrena, Corylus colurna.

It is established that rhizogenesis and proliferation processes are induced by trophic and hormone determinants.

Results and discussion. Using the DKW culture medium is recommended to optimize the hazelnut micricleonal propagation process.

I was found out that the use of activated carbon and explants transplantation on the early stages neutralizes phenol emergence.

In order to resolve the difficulties of the phenol emergence the effectiveness of such points as cultivation of mother plans in the presence of diffused light in depositary condition, introduction of plant though by meristemas separation, buds awakening, the addition of PPM Plant Preservative Mixture biocide and polyvinylpyrrolidone into the culture medium were established.

At the multiplication stage 1.5 mg/l of benzylaminopurine is added into the culture medium.

The influence of different concenetrations of activated carbon on rhizogenesis on the background of 3 mg/l of auxin indolebutyric acid was studied.

The activated carbon obscures the culture medium, adsorbes toxines, therefore it has an effective impact on root formation.

Among the comparative concentration the optimal one is 2.5g/l of the medium.

The possibility of using the greenhouse for postaseptic regenerants adaptation is shown.

Conclusions. Processing plants and substrate with Previkur Energi improves their establishment and stimulates the growth.

Key words: microclonal propagation, decontamination, phenol self-poisoning, phytohormones, rhizogenesis induction, postaseptic adaptation.

Надійшла 24.04.2019 р.