

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології

Допущено до захисту

«_____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри, д. с.-г. н., професор

_____ Людмила РЯБОВОЛ

РОЗМНОЖЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ФУНДУКА (*CORULUS L.*)
IN VITRO В НАВЧАЛЬНО-НАУКОВІЙ ЛАБОРАТОРІЇ «БІОТЕХНОЛОГІЇ»
УНУ

Виконав: студент II курсу, 23 м-а групи
спеціальності 201 Агрономія

ЗЛАГОДА Петро Васильович

Керівник:

СЕРЖУК Олександр, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2025

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ <i>IN VITRO</i> ФУНДУКА (огляд літератури)	6
1.1. Фундук як цінна плодова, лікарська і декоративна культура в сучасному садівництві	6
1.2. Досягнення і недоліки культивування у культурі <i>in vitro</i> деревних рослин	10
1.3. Клональне розмноження фундука	14
РОЗДІЛ 2. ОБЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1. Ботанічна і біологічна характеристика рослин фундука	17
2.2. Особливості досліджуваних генотипів фундука	19
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ...	21
3.1. Ґрунтово-кліматичні умови	21
3.2. Лабораторні умови	24
3.3. Схема досліду	25
3.4. Методика проведення досліджень	26
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
4.1. Калюсогенез в умовах <i>in vivo</i>	29
4.2. Регенерація в умовах <i>in vitro</i>	32
4.2.1. Введення фундука в культуру	33
4.2.2. Розмноження фундука в культурі	36
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	38
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45
ДОДАТКИ	51

ВСТУП

Фундук (*Corylus L.*), або садова форма лісової ліщини, є однією з провідних горіхових культур у світі, займаючи третє місце за обсягами виробництва після мигдалю та грецького горіха. Це важлива плодоносна, лікарська та декоративна культура, яка вирізняється високоякісними плодами [48]. У 2004 році світове виробництво фундука склало 367 тис. тонн [2].

Для виробників фундука його плоди є основним джерелом доходу. Попит на горіхи, як культивовані, так і дикорослі види роду *Corylus L.*, в Україні щорічно зростає. Це обумовлено високою харчовою та дієтичною цінністю їхніх ядер, які містять 45-47% ліпідів, зокрема 85% олеїнової та 10% пальмінової кислот, а також 12-25% протеїнів, цукри та вітаміни, включаючи 40-50 мг токоферолу на 100 г [61].

У Греції та Італії середня урожайність фундука становить 10–12 ц/га, на Чорноморському узбережжі Краснодарського краю – 8-10 ц/га, на окремих ділянках – до 10-15 ц/га, а в Азербайджані та Грузії – 12-19 ц/га. Дерево може зберігати високу продуктивність протягом понад півстоліття, а кущі – до 150-180 років [44][45][46]. Кожного року країни витрачають близько 460 мільйонів доларів на закупівлю фундука з Туреччини та Італії для потреб кондитерської промисловості [47]. В Україні фундук є малопоширеною культурою, задовольняючи лише 12% внутрішніх потреб, оскільки площі його насаджень складають лише близько 100 га [3]. Більшість насаджень розташовані в таких регіонах, як Прикарпаття, Придністров'я та Крим. Однак більшість з них мають насіннєве походження, що призводить до низької продуктивності та товарної якості плодів [4].

Зростаючий попит на малопоширені плодові культури та декоративний садивний матеріал в Україні підкреслює необхідність інтенсифікації виробництва на вітчизняних розсадниках [5]. Водночас вирощування конкурентоспроможного садивного матеріалу, особливо ексклюзивних форм і

сортів, вимагає вирішення низки проблем, зокрема в галузі селекції та розмноження нових форм деревних рослин.

Серед проблем, які гальмують виробництво горіхів фундука слід зазначити наступні:

- відсутність традиційних технологій фундукової культури (населення звикло використовувати горіхи дикорослих видів ліщини, переважно *C. Avellana L.*, зібрані в лісах);
- відсутність безпорослевих та мало порослевих сортів;
- обмежений асортимент і відсутність якісного мало порослевого підщепного матеріалу;
- труднощі розмноження існуючих безпорослевих та мало порослевих генотипів як підщеп;
- труднощі щеплення [62].

Практична селекція спрямована на створення та впровадження у виробництво нових сортів плодових культур, які вирізняються скороплідністю, стійкістю до основних грибкових патогенів, а також високою продуктивністю та якістю плодів [51]. У цьому контексті зростає значення вегетативного розмноження рослин, яке дозволяє повністю зберегти цінні декоративні властивості материнських рослин. Крім того, методи вегетативного розмноження, зокрема мікроклональне, дають змогу значно прискорити селекційні процеси і отримати оздоровлений садивний матеріал з бажаними характеристиками та властивостями [6], [7], [49].

Мікроклональне розмноження, порівняно з іншими методами вегетативного розмноження, має низку переваг, серед яких: можливість розмноження та отримання садивного матеріалу протягом усього року; прискорення селекційних процесів за допомогою генної інженерії; використання різноманітних тканин та органів материнських рослин як вихідного матеріалу; а також отримання оздоровленого безвірусного садивного матеріалу [8], [49].

Таким чином, метою цієї роботи є вивчення етапів мікроклонального розмноження з подальшою метою розмножити найбільш цінні генотипи фундука як вихідний матеріал для селекційних досліджень.

Актуальність теми. Методи біотехнології, зокрема мікроклональне розмноження рослин, відкривають нові можливості для прискорення розмноження вихідного матеріалу та покращення його якості. В умовах сучасних вимог до продуктивності та якості сільськогосподарських культур ця тема є надзвичайно актуальною.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в умовах *in vitro* було проведено дослідження з мікроклонального розмноження горобини. У результаті досліджень були з'ясовані оптимальні експозиції та стерилізатори для цього процесу. Також було модифіковано живильні середовища для морфогенезу рослин горобини, що дозволяє значно покращити ефективність вирощування. Відпрацьовані етапи мікроклонального розмноження горобини *in vitro*, а також розроблені практичні рекомендації щодо прискореного розмноження цієї культури.

Апробація результатів досліджень. Основні результати досліджень були представлені та обговорені на студентських гуртках та засіданнях кафедри генетики, селекції рослин і біотехнології. Робота була оформлена у вигляді тезисів під назвою «Мікроклональне розмноження нетрадиційних плодових культур» і подана до друку в збірник матеріалів XII Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)».

РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ *IN VITRO* ПРИ МІКРОРОЗМНОЖЕННІ ФУНДУКА (огляд літератури)

1.1 Фундук як цінна плодова, лікарська і декоративна культура в сучасному садівництві

Ліщина є важливим лісовим енергоносієм, а також надає багато високоякісного пилку в ранньовесняний період, який містить значну кількість білків і вітамінів [9]. Пилок часто заготовляють для підгодівлі бджіл узимку та навесні. Бджоли також збирають з ліщини падевий мед [10].

Ліщина звичайна має багато корисних властивостей і є багатофункціональною рослиною. Вона використовується як харчова, жиролійна, медоносна, лікарська, фарбувальна, деревинна, декоративна та фітомеліоративна культура [11].

Плоди ліщини, завдяки високому вмісту жирів і білків, мають високу калорійність і є цінним продуктом харчування. Їх споживають як свіжими, так і підсушеними. У ядрах горіха міститься до 58-72% жирної олії, яка добре засвоюється організмом, а також 14-18% білків, 3-8% вуглеводів, 4,8% води, 9,9% крохмалю, а також усі 20 амінокислот, необхідних для людини, 9 вітамінів (переважно токоферолі, або вітамін Е, каротин, біотин) та макро- і мікроелементи [52]. Ядра горіха використовують для виробництва різноманітних харчових продуктів, таких як борошно, специфічні ласощі (наприклад, з медом або виноградом), а також рослинні вершки, молоко, цукерки, торти, варення, макуху, з якої виробляють шоколад та халву [12]. Особливо цінною є олія з ядра горіха, яка має світло-жовтий колір, високу якість і смак, подібний до мигдалевого. За своїми властивостями вона не поступається мигдалевій олії. Поживність горіхів ліщини вдвічі вища за калорійність пшениці, втричі – за мак, а в 8 разів – за молоко. Олія також має властивість не копити при горінні [13], [48].

Плоди ліщини є високоякісним продуктом, що містить концентровані елементи живлення, необхідні для організму: білки, жири, вуглеводи, а також

вітаміни груп А, В, С, D, Е, Р, К, макро- та мікроелементи, такі як залізо, калій, кальцій, магній, марганець, натрій, сірка, фосфор, хлор і цинк [14].

Згідно з дослідженням Волкова В. [5], фундук містить речовини, які допомагають виводити шлаки з організму, сприяють його очищенню та зміцненню імунної системи. Група вчених з Портлендського інституту (США) виявила в екстракті лісового горіха хімічну речовину паклітаксел, яка є основою найвідомішого протиракового препарату ****TAXOL**** (рис. 1)..



Рис. 1. Протипухлинний препарат TAXOL

До цього часу вважалося, що єдине природне джерело отримання паклітакселу — це кора тиса, надзвичайно рідкісної породи дерев, що росте на північно-західному узбережжі Тихого океану. Однак, виявилось, що фундук містить цю речовину в таких самих кількостях [5].

Приблизно 75% світового виробництва горіхів йде на виготовлення шоколаду, а 25% — на різні кондитерські вироби, пасти та добавки до круп'яно-фруктових сумішей, таких як сухі сніданки [6].

У своїй статті «Фундук в Україні» П.Г. Кірмакчій [7] зазначає, що ліщина, разом з іншими видами роду **Corylus L.**, активно завойовує місце в декоративному садівництві. Наразі в озелененні міст широко використовуються ліщина ведмежа і ліщина велика, а інші види зберігаються в колекціях ботанічних садів, дендропарків і дендраріїв. Проте досвід культивування

багатьох декоративних форм північноамериканських та східноазійських видів підтверджує великі перспективи впровадження представників роду *Corylus L.* в декоративне садівництво (рис. 2, 3).



Рис. 2. Використання ліщини як живої загорожі



Рис. 3. Фундук в декоративному садівництві

Ліщина широко використовується як підщепа для виведення високоврожайних садових сортів [12]. Як підліскова порода, вона сприяє

підвищенню родючості ґрунту, добре його затінює та застосовується в прибалкових і проти ярусних лісомеліоративних насадженнях. Ліщина також має відмінні вітрозахисні й ґрунтозахисні властивості [15].

Листя і кора ліщини містять дубильні речовини (відповідно 10% і 7%), а в корі є природні барвники, які використовуються для фарбування шкіри в жовтий колір. Ліщина застосовується і в парфумерії, а також для виготовлення високоякісних художніх фарб [12], [48]. Вугілля ліщини використовується для виготовлення олівців для малювання, а кора — для дублення та виробництва жовтої фарби [16].

Деревина ліщини має рівномірну будову, блискучу, пружну і гнучку текстуру [17]. Її використовують для виготовлення обручів, столярних і токарних виробів. Тонкі гілки придатні для грубого плетива (кошики, меблі), а прямі пагони — для виготовлення ціпків, вудок і держаків. При випалюванні деревини отримують рисувальне вугілля [18].

У народній медицині горіхи ліщини застосовують при нирковокам'яній хворобі, олію — проти глистів, висушену плюску — при проносах, кору — для лікування пропасниці, а листя використовують як антисептичний засіб. У ветеринарії пилок ліщини застосовують для лікування кишкових захворювань. Як продукт дієтичного харчування фундук корисний при захворюваннях серцево-судинної системи, недокрив'ї, збільшенні передміхурової залози, варикозному розширенні вен, флебітах, трофічних виразках на гомілкях і капілярних геморагіях [4], [68].

Як декоративна рослина, ліщина заслуговує на ширше застосування в озелененні міст. Вона підходить для створення груп у парках і лісопарках, практично не пошкоджується шкідниками [19]. Ліщина має низку декоративних форм [20], її використовують завдяки великому темно-зеленому листю, яке восени набуває яскравих жовтих та червоних відтінків. Популярні форми з червоним листям, хоча їх зимостійкість нижча, ніж у форм дикорослої лісової ліщини. Ліщину також можна використовувати для створення живих високих огорож, алеї або одиночних і групових посадок [21].

1.2 Досягнення і недоліки культивування у культурі *in vitro* деревних рослин

Метод клонального мікророзмноження рослин у культурі *in vitro* є одним із основних у сучасній біотехнології. Його суть полягає в здатності рослинних тканин утворювати калюс, пагони та рослини на поживних середовищах під впливом екзогенних гормонів [49].

Процес мікроклонального розмноження в *in vitro* передбачає кілька послідовних етапів: вибір маточної рослини, вибір експлантата, стерилізація, введення в культуру, розмноження, морфогенез, вкорінювання, адаптація і дорощування [22].

На відміну від трав'янистих рослин, чагарники і дерева розмножуються в культурі *in vitro* значно важче [23]. Хоча є публікації про певні успіхи у мікроклональному розмноженні таких дерев, як бук, верба, тополя, дуб, а також кісточкові та зерняткові плодові дерева, багато питань, пов'язаних з удосконаленням технології, залишаються невирішеними. Це робить розробку і удосконалення етапів методу для кожної окремої культури надзвичайно актуальним [49]. Наразі вже близько 200 видів деревних рослин з 30 родин введено в культуру або досягнуто позитивних результатів у розмноженні [22].

Однак більшість деревних порід та дерев'янистих чагарників, хоча й виявляють здатність до проліферації (швидкого розмноження клітин на живильному середовищі), мають значні труднощі на етапах морфогенезу (утворення пагонів і коренів) в *in vitro* та вкорінення після пересаджування в ґрунт. Багато рослин гине на початкових етапах, а мікроживці часто чорніють, що призводить до виділення токсинів у середовище, які спричиняють відмирання експлантів. Навіть ті рослини, які мають коріння та 5-7 листків, після пересаджування часто зупиняють ріст, а листки в'януть і опадають, що в результаті призводить до їх загибелі [24].

Аналіз причин в'янення листків після пересаджування показав, що в умовах *in vitro* продихи листків рослин широко відкриті при вологості повітря близько 100%. Після пересаджування в ґрунт вони залишаються

відкритими на досить довгий час, що призводить до втрати води, а корені не встигають компенсувати дефіцит вологи з ґрунту. Це пов'язано з тим, що в умовах ****in vitro**** корені формуються без корневих волосків, що суттєво знижує їх всисну здатність. Для вирішення цієї проблеми пропонують поетапне адаптування рослин. Спочатку їх пересаджують у стерильні умови на мох або перліт, а після формування кореневої системи — на нестерильний субстрат, змішаний із ґрунтом, і лише потім в ґрунт [25].

Однією з практичних проблем є вибір експланта та встановлення його оптимальних розмірів. Враховується фізіологічний і онтогенетичний стан маточної рослини, а також орган, з якого береться експлант, та його вік. Важливим фактором є сезонність, оскільки вміст ауксинів у рослинах змінюється залежно від пори року. Навесні, коли відбувається активний ріст молодих пагонів, рівень ауксинів збільшується, що може позитивно вплинути на розвиток експлантів [49]. Використання пророслого насіння може прискорити формування макроструктур [26].

Під час проліферації зазвичай утворюється калюс, який може бути морфогенним (спроможним утворювати пагони та корені) чи неморфогенним (неорганізованою масою). Морфогенний калюс може дати макроструктури після одного чи кількох пересаджувань, залежно від вмісту ауксинів та цитокінінів у живильному середовищі [26], [27], [67].

Проблемою є також стерилізація експлантів, оскільки рослини часто заражені різними бактеріями та грибами. Для стерилізації використовують різні хімічні речовини, такі як етиловий спирт, хлорамін, сулема, діацид тощо [28]. Вибір стерилізуючих засобів та методів є критичним, оскільки неправильна стерилізація може призвести до загибелі експлантів [50].

Живильні середовища для культур ****in vitro**** зазвичай базуються на рецептах Мурасіге-Скуга, Гамборга, Пієрика з модифікаціями, такими як прописи Р.Г. Бутенка, а також Готре та Кнудсона. Різні види рослин вимагають різних складів середовищ, зокрема, залежно від сезону вирощування та етапу регенерації [29], [69].

Наразі вже успішно культивуються ***in vitro*** такі види, як **Cercis canadensis**, **Exochorda tianschanika**, **Labyrinthus anogyroides**. Однак для ефективного розмноження таких видів, як **Camellia japonica**, **Ginkgo biloba**, **Liriodendron tulipifera**, **Magnolia kobus** та **Malus niedzwetzii**, необхідно подальше удосконалення методів і технологій, а для розмноження таких рослин, як **Corylus avellana** (особливо сорти "Contorna" та "Fuscorubra"), потрібні нові модифікації живильних середовищ і технології [8].

1.3 Клональне розмноження фундука

Традиційне розмноження фундука відсадками є трудомістким і економічно не вигідним методом вегетативного розмноження, що ускладнює його широке застосування в промислових умовах. Ще більш затратним є метод розмноження на підщепах, оскільки він пов'язаний з необхідністю удосконалення техніки щеплення та висококваліфікованою ручною працею [53]. Крім того, існує проблема вибору підщеп, які поєднували б кілька важливих властивостей:

- висока здатність до вегетативного розмноження відсадками чи живцями;
- тканинна сумісність при щепленні більшості поширених сортів;
- відсутність порослі в промислових насадженнях [30].

Використання насіння для розмноження фундука, яке поширене в багатьох країнах-виробниках, не забезпечує стабільне збереження сортових ознак у наслідку потомстві. Насіння **Corylus L.** часто не гарантує одноманітності підщеп і фенотипу сортопідщепних комбінувань. Крім того, проростання насіння може тривати до двох років, а сіянці потребують ще до двох років для досягнення розміру, придатного для щеплення [60].

Мікроклональне розмноження є перспективним методом для прискореного розмноження фундука та інших деревних рослин. Цей метод вже застосовується в розсадництві лісових і декоративних порід для швидкого отримання генетично ідентичного рослинного матеріалу, особливо для дефіцитних генотипів. Оскільки метод дозволяє здійснювати розмноження в

стерильних умовах ***in vitro***, він дозволяє отримувати велику кількість рослин за короткий час [49].

Однак на практиці швидке впровадження цієї технології вітчизняним розсадництвом поки що гальмується через кілька обмежень, таких як:

труднощі стерилізації експлантів;

недостатня адаптованість експлантів до умов ***in vitro***;

відсутність надійних базових живильних середовищ для проліферації експлантів;

відсутність відповідних модифікацій середовищ для індукування гемо- і ризогенезу;

недосконалість технологій адаптації до умов ***ex vitro*** та дорожцвання вкорінених рослин-регенерантів;

необхідність розмноження онтогенетично стиглих тканин рослин генеративного віку [31].

Однією з найбільших проблем є необхідність розмноження тканин рослин, які досягли генеративного віку. Протягом ювенільної фази (наприклад, у насіннєвому поколінні) більшість багаторічних деревних рослин значно легше вводяться в культуру ***in vitro***, ніж у генеративному віці. Однак у ювенільному віці важливі сортові ознаки ще не виявляються, що ускладнює оцінку і відбір матеріалу для селекції [8].

Для ефективного використання мікроклонального розмноження у селекції фундука потрібно дочекатися збору другого чи третього товарного врожаю, щоб оцінити переваги генотипу. Тому проблема впровадження методів ***in vitro*** в промислове розсадництво стає складнішою, коли мова йде про рослини старшого віку, для яких потрібно вводити в культуру онтогенетично стиглі тканини [30], [63].

Попри складнощі, наявні напрацювання вітчизняних і зарубіжних вчених дозволяють рекомендувати використання економічно доцільних технологій мікроклонального розмноження фундука в промисловому розсадництві. Перш за все, це включає удосконалення таких етапів:

1. Стерилізація експлантів — важливо розробити більш ефективні та м'які методи стерилізації, щоб не пошкоджувати тканини рослин.

2. Підбір живильних середовищ — необхідно розробити спеціалізовані середовища для різних етапів росту і розвитку фундука, зокрема для проліферації, гемо- і ризогенезу.

3. Адаптація до умов *ex vitro* — для успішного переходу рослин до звичайних умов вирощування необхідно доопрацювати етапи адаптації, включаючи адаптацію до нестабільної вологості та температури.

4. Використання онтогенетично стиглих тканин — для ефективного розмноження високоврожайних сортів потрібно розробити методики для введення в культуру генетично стиглих тканин рослин, які продемонстрували свої переваги в комерційних умовах.

Стерилізація є одним із найбільш критичних етапів технології мікроклонального розмноження, оскільки успіх культивування рослин ***in vitro*** значною мірою залежить від того, наскільки ефективно вдалося запобігти зараженню мікроорганізмами. Недостатня стерильність на будь-якому етапі може призвести до загибелі рослин через мікробні інфекції, тому важливо дотримуватись чітко розробленої та ефективної схеми стерилізації. Процес стерилізації включає кілька послідовних етапів, кожен з яких спрямований на знищення різних видів мікроорганізмів без шкоди для рослинних тканин:

З маточної рослини відбираються пагони завдовжки 10-15 см, які є потенційними експлантами. Важливо, щоб обраний матеріал був здоровим і не мав видимих пошкоджень чи ознак хвороб.

Перш ніж проводити стерилізацію, необхідно перевірити експлант на наявність вірусів або інших патогенів. Це можна здійснити за допомогою тестів на вірусні інфекції, щоб уникнути введення інфікованих матеріалів у культуру ***in vitro***.

Сулема використовується як дезінфектант для первинного знезараження поверхневих тканин експлантату від грибів, бактерій та вірусів. Це допомагає знизити рівень мікробного забруднення перед

Після обробки сулемою, експлант ретельно споліскується у дистильованій стерильній воді, щоб прибрати залишки хімічних речовин, що можуть негативно вплинути на рослинні тканини.

Етиловий спирт використовують для більш інтенсивної дезінфекції поверхні експлантів, оскільки спирт має антисептичні властивості, що дозволяють знищити більшість патогенних мікроорганізмів. Експланти мають бути занурені в спирт на короткий час (не більше 1 хвилини), щоб уникнути їх пошкодження.

Після спиртової обробки, експланти знову ретельно споліскуються, щоб зняти залишки спирту, який може негативно впливати на розвиток тканин у культурі ***in vitro***.

Гіпохлорид натрію є сильним окислювачем, який ефективно знищує більшість мікроорганізмів, зокрема грибки та бактерії, які можуть залишатися на поверхні рослинного матеріалу після попередніх етапів. Проте, цей етап також є критичним, адже тривале занурення в розчин може пошкодити рослинні тканини, тому час обробки обмежений до

Після завершення обробки гіпохлоридом натрію, експланти споліскуються в стерильній воді, щоб вивести всі залишки хімічних речовин, що можуть бути токсичними для тканин або перешкоджати їх розвитку в культурі.

Кожен етап стерилізації має бути виконаний з великою увагою до деталей, оскільки навіть незначне порушення технології може призвести до зараження культури або пошкодження експлантів. Найважливіше — це баланс між ефективністю стерилізації і збереженням життєздатності рослинних тканин, що є запорукою успішного мікроклонального розмноження.

Стерилізація експлантів перед введенням їх у культуру ***in vitro*** є критичним етапом у процесі мікроклонального розмноження фундука. Успішне

виконання цієї технології дає змогу отримати стерильний рослинний матеріал, що забезпечує нормальне розмноження та розвиток рослин, знижує ризики інфікування та забезпечує високу якість кінцевого результату.

РОЗДІЛ 2. ОБЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика рослин фундука

Ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.) — це багаторічна рослина, що належить до родини березових (*Betulaceae*). Вона широко поширена як у природному, так і в культурному стані, зокрема на південь від Росії, зокрема на Чорноморському узбережжі Краснодарського краю, в гірських районах Кавказу та нечорноземних областях, а також на Волзі та в південних районах Уралу. Ліщина має багато декоративних форм і підвидів, які здобули популярність завдяки своїй привабливій зовнішності та низьким вимогам до умов вирощування.

Ліщина звичайна має цілу низку декоративних форм, що відрізняються за кольором та формою листя, а також виглядом самої рослини:

1. Форма з біло-строкатим листям (*f. albo-variegata*): має біло-облямовані листки, що надає їй цікавого вигляду, особливо в поєднанні з іншими рослинами.

2. Золотиста форма (*f. aurea*): це великий кущ або мале дерево (до 4 м висоти) з жовтим листям і яскравими жовтими пагонами, що стає ще більш виразним на сонячних ділянках. Вона досить популярна завдяки своїй декоративності.

3. Золотисто-облямована форма (*f. aureo-marginata*): характеризується листям з жовтою облямівкою, що додає рослині контрастного вигляду.

4. Розітнута форма (*f. laciniata*): має перисторозсічене листя з загостреними зубцями, що нагадують листя кропиви. Ця форма також додає своєрідного вигляду в озеленення.

5. Дуболистна форма (*f. quercifolia*): листя цієї форми нагадує дубове, що робить рослину схожою на маленьке дерево з великими красивими листками.

6. Плакуча форма (*f. pendula*): штамбова форма з зонтиковидною кроною і плакучими гілками. Висота і діаметр крони не перевищують 2–3 м. Це

швидкоросла форма, що добре росте в тіні і на родючих ґрунтах, хоча не переносить надлишку води.

Ліщина — це дуже зимостійка і невибаглива рослина, здатна витримувати навіть суворі зими, хоча іноді кінці однорічних пагонів можуть підмерзати при дуже низьких температурах. Вона добре росте навіть на збіднених ґрунтах і здатна плодоносити без значного зниження врожайності на таких ділянках. Ліщина також має високу стійкість до короткочасної посухи, що робить її чудовим вибором для районів із нестабільними погодними умовами.

Завдяки своїм декоративним властивостям, ліщина є популярною рослиною для озеленення міст і садів. Її різноманітні форми використовують для створення живих огорож, декоративних груп, алеїв та одиночних посадок. Особливо гарно виглядає ліщина в парках і лісопарках, де вона створює природні ландшафти, візуально розширюючи простір і додаючи в нього кольору в різні пори року завдяки зміні забарвлення листя.

З огляду на її зимостійкість і невибагливість, ліщина також є хорошим вибором для прикраси тіньових ділянок, де інші рослини можуть не так добре прижитись.

За екологічною вибагливістю стосовно потреби в родючості ґрунту і елементах живлення види *Corylus L.* можна віднести до мезо-мегатрофів, тобто до рослин з середньою та підвищеною потребою, а щодо вологості ґрунту — до мезофітів, тобто середньо вибагливих [59].

Фундук (*Corylus L.*) — це рослина з характерною біологічною особливістю, яка забезпечує високу генетичну різноманітність і складні механізми запліднення. Ось основні аспекти, які варто підкреслити:

Фундук належить до алогамних анемофільних рослин, що означає, що його запліднення відбувається завдяки пилку, який переноситься вітром, а не через комах або інші способи. Це також означає, що для плодоношення необхідне запилення від іншої рослини того ж виду.

Моноєця означає, що чоловічі та жіночі квітки розташовані на одній рослині, але на різних відстанях одна від одної. Це дає можливість забезпечити різні механізми запилення, хоча саме по собі воно не гарантує самозапліднення, оскільки пилок переноситься вітром, і періоди цвітіння чоловічих і жіночих квіток не збігаються.

Чоловічі квітки знаходяться у суцвіттях, що нагадують сережки, м'які, жовті й розташовані на однорічних пагонах. Вони формуються в червні–липні попереднього року та зимують до ранньої весни. Пилок, що випускається з сережок, переноситься вітром.

Жіночі квітки містяться всередині особливих нирок, вони дуже малі й не видно. Під час цвітіння листя на верхівці суцвіть відкриваються, і пучок яскраво-червоних або темно-червоних рилець виводиться назовні, щоб уловлювати пилок.

Це явище, коли чоловічі та жіночі квітки не цвітуть одночасно (так звана дихогамія), запобігає самозаплідненню та підтримує генетичну різноманітність.

Плоди фундука дозрівають у серпні-вересні і зазвичай збираються у групи по 2–5 штук. Плоди мають різну форму, але загалом вони однонасінні, з обгорткою, що складається з двох листочків. Обгортка світло-зеленого кольору, опушена. Плоди можуть бути різних розмірів, зазвичай від 10 до 15 мм, але в селекційних станціях можна знайти більші форми плоду (до 20 мм).

Фундук можна розмножувати двома основними способами: насіннєвим та вегетативним.

Насіннєве розмноження не зберігає стабільність сортових ознак у потомстві, що є головним недоліком цього методу. Насіння іноді проростає лише через 1–2 роки, і сіянці досягають достатніх розмірів для щеплення лише через кілька років після проростання.

Вегетативне розмноження дає значні переваги: воно дозволяє зберегти всі господарсько-цінні ознаки материнської рослини в потомстві. Вегетативно розмножені рослини починають плодоносити на 2–3 роки раніше за насіннєві. Крім того, вегетативне розмноження є більш економічно вигідним, оскільки

дозволяє отримати більшу кількість рослин, і кожна з них матиме стійкі сортові характеристики.

Культивовані сорти фундука відрізняються високою гетерозиготністю, що означає, що їхні генотипи і сортові ознаки не успадковуються у статевих поколіннях (насіннєвому потомстві). Це підтверджує, що в процесі розмноження фундука необхідно враховувати високий рівень генетичної мінливості, що ускладнює прогнозування результатів та отримання стабільних сортових характеристик при використанні насіння.

Фундук має кілька важливих біологічних особливостей, які впливають на процеси його розмноження. Алогамія та дихогамія забезпечують високу генетичну різноманітність і зменшують ймовірність самозапліднення. Вегетативне розмноження є найбільш ефективним способом збереження сортових властивостей, забезпечуючи раннє плодоношення і зменшення часу на вирощування високоякісних рослин.

2.2 Особливості досліджуваних генотипів фундука

Сорт "Клиновидний" є одним із видів фундука, що був виведений на основі селекційних досягнень Українського НДІ лісового та садівничого господарства (Укр. НДІЛГА) і районований ще в 1988 році для Лісостепової зони. Ось його основні характеристики:

Морфологічні характеристики:

Кущ: Сильнорослий, досягає висоти 4,7 м, а діаметр крони становить 5,0 м. Це означає, що рослина має досить значний розмір, що потребує достатньо простору для нормального розвитку.

Зимостійкість: Сорт є зимостійким, що дозволяє йому витримувати сильні холоди, характерні для Лісостепової зони, і забезпечує стабільний урожай.

Стійкість до шкідників і хвороб: Цей сорт також показує високу стійкість до основних шкідників і хвороб, що робить його перспективним для промислового вирощування без великих витрат на захист рослин.

Цвітіння і дозрівання плодів:

Цвітіння: Рясне, починається наприкінці лютого – на початку квітня. Спочатку зацвітають жіночі суцвіття, що є характерним для фундука, який має дихогамію (неодночасне цвітіння чоловічих і жіночих квіток).

Плоди: Дозрівають в кінці серпня або на початку вересня. Це дозволяє отримати врожай до початку осінніх заморозків.

Плоди:

Форма і розмір: Горіхи конічної форми, не дуже великі, з темно-коричневою шкаралупою. Вершина плоду опушена, що є характерною рисою цього сорту.

Обгортка: Обгортка щільно облягає плоди, майже закриває їх повністю, що може сприяти кращому захисту від шкідників і погодно-кліматичних впливів.

Маса 100 горіхів: 170 г, що є середнім показником для сортів фундука.

Вихід ядра: 44%, що є досить високим і свідчить про добрий показник якості горіхів.

Урожайність:

Середній урожай за 5 років складає 13,8 ц/га, що є досить хорошим показником для цього сорту.

Максимальна урожайність, відмічена на практиці, — 21,4 ц/га, що підтверджує високий потенціал сорту при оптимальних умовах вирощування.

Цей сорт є перспективним для вирощування в Лісостеповій зоні, має хороші характеристики за показниками зимостійкості, стійкості до шкідників, якості плодів і врожайності.



Рис. 4. Плоди фундука сорт Клиновидний

Сорт Шоколадний — це ще один сорт фундука, виведений Українським НДІ лісового та садівничого господарства (Укр. НДІЛГА), який має хороші характеристики за різними параметрами, зокрема врожайність, якість плодів і стійкість. Ось його основні особливості:

Морфологічні характеристики:

Кущ: Сильнорослий, трохи розлогий. Висота рослини становить 4,5 м, діаметр куща — 4,8 м. Така форма дозволяє рослині добре розвиватися та отримувати достатньо світла для всіх частин куща.

Цвітіння: Цвіте з кінця лютого до квітня, що є типовим для багатьох сортів фундука. Першими зацвітають жіночі квітки, що є важливою особливістю для забезпечення перехресного запилення.

Плоди:

Форма та розмір: Горіхи довгасті, середніх розмірів, з гарним темно-коричневим забарвленням, з повздовжніми темними смугами. Шкаралупа середньої товщини і міцна, що дає змогу добре зберігати горіхи при зберіганні та транспортуванні.

Обгортка: Обгортка горіха липка, що в півтора рази довша за сам горіх. Вона суцільна, зрідка розсічена з одного боку, краї обгорнуті в широкі частки з зубцями. Така обгортка забезпечує додатковий захист горіха від зовнішніх факторів.

Розміри горіха: Висота горіха — 19 мм, ширина — 15 мм, товщина — 13 мм.

Маса 100 горіхів: 180 г, що є хорошим показником для цього сорту.

Ядро: Повністю заповнює шкаралупу, щільне, жовто-кремового кольору, вкрите тонкою коричневою оболонкою. Це свідчить про гарну якість ядра.

Вихід ядра: 50,2%, що є хорошим результатом для цього сорту, показуючи високий рівень продукту після обробки.

Вміст олії в ядрі — 69,8%, що є дуже високим показником для фундука.

Вміст протеїну — 16,2%, що робить цей сорт також досить цінним з точки зору харчової цінності.

Урожай з одного куща: 7 кг, що є досить гарним показником для середньостатистичного куща фундука.

Урожайність в середньому за 5 років**: 16,2 ц/га, що підтверджує стабільний рівень врожаю за умови оптимальних умов вирощування.

Максимальна урожайність: 24,9 ц/га, що свідчить про великий потенціал сорту за належного догляду та хороших умов для росту.

Сорт "Шоколадний" є перспективним завдяки високій якості горіхів, стабільній урожайності та чудовому складу ядра, яке може бути використане не тільки в їжу, а й для виробництва олії.

Цей сорт фундука є відмінним вибором для вирощування в промислових умовах завдяки його врожайності, стійкості до погодних умов і чудовому складу горіхів.



Рис. 5. Плоды фундука сорт Шоколадный

РОЗДІЛ 3.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Черкаська область має характерний помірно-континентальний клімат, що впливає на розвиток рослин, зокрема таких, як фундук. Ось як основні характеристики цього регіону можуть впливати на вирощування фундука та інші важливі аспекти для сільського господарства:

Температурний режим: Середньомісячні температури в січні та лютому від -4°C до -8°C на сході області свідчать про помірно холодну зиму. Висока ймовірність відлиг у зимовий період може призвести до деяких ризиків для сільськогосподарських культур, зокрема для дерева фундука, яке може бути чутливим до різких перепадів температури.

Літо: Високі стабільні температури влітку — це важлива характеристика для багатьох культур, у тому числі фундука, що може дозволити йому добре розвиватися, за умови достатнього зволоження.

Нерівномірні опади: Опади розподіляються нерівномірно, а регіон є зоною нестійкого зволоження. Така ситуація може створити труднощі для вирощування рослин, таких як фундук, які потребують стабільного рівня вологи. Для фундука характерно, що він не переносить посухи, тому в сухі роки може знадобитися додатковий полив.

Тип ґрунтів: Основними ґрунтоутворювальними породами є леси та лесоподібні суглинки, що мають пухку, пористу структуру і добре утримують воду в тонких капілярах. Це важливо для рослин, які потребують вологу, але не терплять застою води.

Хімічні характеристики ґрунтів: Вміст гумусу в орному шарі становить 2,7–3,8 %, що є хорошим показником для зростання багатьох культур, включаючи фундук. Рівень рН — 6,0, що є оптимальним для більшості деревних рослин. Також висока сума ввібраних основ (21,3 мг-екв) забезпечує сприятливі умови для росту.

Забезпечення елементами живлення: Вміст легкогідролізованого азоту, фосфору та калію є достатнім для підтримки нормального росту рослин, що також важливо для фундука, який має середні вимоги до поживних речовин.

Черкаська область в цілому рівнинна, з деякими хвилястими ділянками та порізнаними схилами. Це може бути важливим фактором для вибору місця для посадки фундука, оскільки такі рельєфи можуть створювати додаткові труднощі для механізованого обробітку ґрунту та збору врожаю. Однак на рівних ділянках і на злегка нахилених поверхнях фундук може добре розвиватися, якщо забезпечити належний догляд за водним режимом і поливом.

Черкаська область має недостатньо сталий водний режим, що робить її вразливою до посухи. Оскільки фундук дуже чутливий до нестачі вологи, особливо під час формування плодів, регулярний полив та заходи щодо збереження вологи в ґрунті (мульчування, система крапельного зрошення) будуть критичними для забезпечення стабільного врожаю.

Зимостійкість: Холодна зима в Черкаській області може бути важливою для зимостійких сортів фундука, таких як "Клиновидний" і "Шоколадний". Важливо також врахувати можливі відлиги в зимовий період, які можуть призвести до пошкодження рослин, тому вибір сортів з хорошою зимостійкістю є важливим.

Адаптація до кліматичних умов: Оскільки регіон характеризується нестійким зволоженням, важливо правильно вибирати методи поливу та враховувати можливі посушливі роки. Фундук потребує регулярного поливу, тому використання зрошувальних систем є обов'язковим для досягнення високих врожаїв.

Черкаська область має в цілому сприятливі умови для вирощування фундука, зокрема завдяки помірному клімату та родючим ґрунтам. Однак нестійкий водний режим і рельєф, що може ускладнювати механізований обробіток, потребують застосування відповідних заходів з поливу та догляду за рослинами. Для отримання стабільних врожаїв фундука важливо забезпечити достатнє зволоження ґрунту, особливо під час посушливих періодів.

Як відомо з даних місцевої метеостанції (м. Умань) в області такі погодні умови: помірно-холодна зима та помірно-тепла весна, літо іноді з посушливим вегетаційним періодом, помірно-тепла осінь [37].

У 2024 році вологість повітря в квітні становила 71%, що майже не відрізняється від середньо багаторічного показника, який дорівнював 76%. Найнижчими значеннями, порівняно з середнім багаторічним рівнем, відзначався серпень — 66%. У 2024 році середня вологість повітря склала 74,9% (таблиця 1).

Таблиця 1
Вологість повітря за 2024–2025 рр., % (за даними метеостанції Умань)

місяць	Рік								Середня багаторічна
	2024			Середня за місяць	2025			Середня за місяць	
	декада				Декада				
	I	II	III		I	II	III		
Січень	90	85	88	88	84	93	85	87	76
Лютий	80	88	83	84	88	86	77	84	
Березень	80	71	73	74	75	78	71	75	
Квітень	72	78	64	71	74	66	53	65	
Травень	68	70	58	65	59	67	73	67	
Червень	64	59	60	61	78	65	74	72	
Липень	59	69	59	62	69	74	70	71	
Серпень	56	76	65	66	65	66	76	69	
Вересень	65	64	79	69	80	90	82	84	
Жовтень	72	88	83	81					
Листопад	86	93	93	91					
Грудень	90	87	85	87					
Середня за рік	74,9				74,8				

У 2025 році спостерігається низька вологість повітря порівняно з 2024 роком та середнім багаторічним показником — 74,8%. Найнижчий рівень вологості фіксується у квітні — 65%. Протягом періоду вегетації найвища

вологість була зафіксована у червні — 72%, що є близьким до середнього значення за рік.

Згідно з даними таблиці 2, сума опадів за 2024 рік склала 584 мм. У квітні спостерігався незначний дефіцит вологи — 38,4 мм за місяць, а у липні кількість опадів досягла 90,6 мм, що становить приблизно 10,3% від багаторічного показника. Це сприяло формуванню потужної вегетативної маси. Критичним був серпень, коли середня сума опадів за місяць становила лише 28,9 мм.

Таблиця 2
Сума опадів за 2024–2025 р., мм (за даними метеостанції Умань)

Місяць	Рік								Серед ня багато –річна
	2024			Середня за місяць	2025			Середня за місяць	
	Декада				Декада				
	I	II	III		I	II	III		
Січень	3,1	6,8	23,2	33,1	10,2	26,6	21,3	58,1	633
Лютий	4,2	16,9	7,2	27,8	26,9	7,0	2,0	35,9	
Березень	6,9	1,9	15,9	24,7	14,2	16,8	29,7	60,7	
Квітень	7,4	27,4	3,6	38,4	25,6	10,9	0,0	36,5	
Травень	36,4	9,0	0,3	45,7	0,6	13,3	57,0	70,9	
Червень	9,4	0,4	14,4	24,2	18,9	13,0	45,9	77,8	
Липень	26,8	25,6	17,0	69,4	6,7	13,1	3,4	23,2	
Серпень	5,3	23,6	0,0	28,9	6,5	3,3	44,6	54,4	
Вересень	4,6	67,1	18,9	90,6	12,7	68,5	7,9	89,1	
Жовтень	7,1	12,6	15,3	65,0					
Листопад	27,7	2,2	0,8	30,7					
Грудень	70,9	57,2	7,4	135,5					
Середня за рік	584				506,6				

Середня сума опадів за 2025 рік склала 506,6 мм, що на 14,2% менше за середньо багаторічний показник, який дорівнює 633 мм. Значний дефіцит вологи спостерігався у квітні — 36,5 мм, що становить лише 3,6% від середньо багаторічного значення. У вересні спостерігалася надмірна кількість опадів — 89,1 мм, що сприяло активному росту рослин.

2024 рік характеризувався вищою температурою повітря на 1,2% порівняно з середнім багаторічним рівнем. Якщо розглядати 2024 рік по місяцях, то в червні, липні та серпні температура була значно вищою за середньо багаторічну.

Середня температура повітря за 2025 рік склала 10,9°C, що значно перевищує середнє багаторічне значення 7,4°C. Протягом періоду вегетації температура у квітні була 10,9°C, що на 6,7% вище за середньо багаторічний показник. Найвища температура зафіксована у червні — 20,5°C (таблиця 3).

Таблиця 3

Середня температура повітря 2024–2025 р. °C

Місяць	Рік								Середня багаторічна
	2024			Середня за місяць	2025			Середня за місяць	
	Декада				Декада				
	I	II	III		I	II	III		
Січень	0,9	-3,5	-9,6	-4,2	-3,8	-2,6	-5,2	-3,9	7,4
Лютий	-16,4	-12,9	-0,4	-10,2	1,6	-0,7	-0,1	0,3	
Березень	-3,4	4,0	5,6	2,2	0,4	0,5	-0,7	0,1	
Квітень	8,5	10,8	17,1	12,1	6,1	10,5	16,1	10,9	
Травень	19,1	17,1	17,7	18,0	18,2	19,5	17,6	18,4	
Червень	19,9	23,0	20,9	21,3	17,8	21,7	22,0	20,5	
Липень	24,7	21,3	24,0	23,4	21,6	19,4	19,2	20,0	
Серпень	24,4	17,4	20,6	20,8	21,6	21,2	16,8	19,8	
Вересень	17,4	16,5	15,8	16,5	13,9	14,0	8,8	12,3	
Жовтень	13,7	10,0	8,3	10,6					
Листопад	8,0	2,5	3,0	4,5					
Грудень	-0,8	-7,8	-6,9	-5,3					
Середня за рік	9,1				10,9				

Загалом, погодні умови протягом років проведення дослідів були задовільними, що створювало сприятливі умови для закладання та здійснення досліджень у культурі **in vivo** досліджуваних рослин фундука.

3.2 Лабораторні умови

При проведенні мікроклонального розмноження в якості вихідного матеріалу використовували однорічні пагони досліджуваних видів, отримані з

умов *in vivo*. Рослинний матеріал перед введенням у культуру ретельно мили господарським милом та промивали проточною водою. Перед основною стерилізацією об'єкти занурювали на 5 секунд у 96%-й етанол. Стерилізацію експлантів здійснювали за допомогою стерилізаторів хімічного походження з різними експозиціями. Після завершення стерилізації живці тричі промивали в стерильній дистильованій воді і висаджували на живильні середовища.

Культивування рослинного матеріалу проводили при 16-годинному фотоперіоді, інтенсивності освітлення 2 кЛк, температурі 20–24°C та відносній вологості повітря 75%. Тривалість одного пасажу становила 30–35 діб.

3.3 Схема досліду

Вивчення впливу дати поранення на інтенсивність не морфогенного калюсогенезу представників роду *Corylus* L. включає подекадні поранення (з березня до жовтня) (табл. 4.).

Ефективність різних стерилізаторів при різних експозиціях стерилізації експлантів рослин роду *Corylus* L., при введенні в культуру *in vitro* включатиме 12 варіантів для кожного генотипу: гіпохлорид натрію (NaOCl), 5%; дихлорид ртуті (HgCl_2), 0,1%; нітрат срібла (AgNO_3), 1,0%.

Таблиця 4

Вміст регулюючих речовин у модифікованих живильних середовищах, мг/л

Живильне середовище	ІОК	ІМК	НОК	6-БАП
DKW 1	0,01	-	-	0,1
DKW 2	-	-	0,01	1,5
DKW 3	-	0,01	-	2,0
DKW 4	-	0,05	-	2,5
WPM 1	0,05	-	-	1,0
WPM 2	-	0,1	-	1,5
WPM 3	-	-	0,01	2,0
WPM 4	-	0,01	-	2,5

Кислотність середовища доводили до pH 5,7 і автоклавували за температури 120 °C упродовж 20 хв. під тиском 1,1 кг/см².

При безпосередньо мікроклональному розмноженні вивчали базові живильні середовища Драйвера і Куніюкі (DKW) та Ллойда і Мак Коуна (WPM) з нашими модифікаціями (додаванням регуляторів росту).

Досліди — одно- та двохфакторні, закладали в 3-кратній повторності.

3.4 Методика проведення досліджень

Першу серію досліджень було спрямовано на вивчення посттравматичної регенераційної здатності в умовах **in vivo**, що проводилося за методикою О.А. Опалко (2002) [44]. Для визначення регенераційної здатності на однорічних пагонах (приростах минулого сезону) виконували надрізи спеціальним різцем. Різець виготовляли із сталеві трубки діаметром 3,00 мм, заточивши один її кінець і прикріпивши дерев'яну ручку до іншого кінця. За допомогою цього інструменту вирізали ділянку периферійних тканин разом з камбіальним шаром так, щоб утворювалась ранка довжиною 10–12 мм і шириною 1,5 мм. Для захисту місця поранення від інфекцій та інших неконтрольованих впливів середовища надріз покривали скотчем.

За процесом калюсогенезу спостерігали за допомогою лупи. В місці надрізу на пагоні утворювався калюс. Швидкість калюсоутворення залежала від генотипу досліджуваної рослини та часу проведення операції. Протягом сезону ми виконували надрізи, спостерігали за процесом калюсогенезу і оцінювали його інтенсивність за 9-бальною шкалою.

Шкала оцінювання:

- 1 бал — калюс не утворюється або його поверхня не перевищує 5% ранки;
- 2 бали — калюс займає від 5,1 до 12,5% поверхні ранки;
- 3 бали — калюс займає від 12,6 до 25,0% поверхні ранки;
- 4 бали — калюс займає від 25,1 до 37,5% поверхні ранки;
- 5 балів — калюс займає від 37,6 до 50,0% поверхні ранки;
- 6 балів — калюс займає від 50,1 до 62,5% поверхні ранки;
- 7 балів — калюс займає від 62,5 до 75,0% поверхні ранки;

- 8 балів — калюс займає від 75,1 до 87,5% поверхні ранки;
- 9 балів — калюс займає від 87,5 до 100,0% поверхні ранки.

Регенераційний коефіцієнт визначали за формулою:

$$R = \frac{S^2}{n_1 + n_2},$$

де R – регенераційний коефіцієнт;

S – інтенсивність калюсогенезу (бал);

n_1 – кількість діб від поранення до появи перших ознак калюсу;

n_2 – кількість діб від поранення до завершення, або припинення розвитку калюсу.

Розробку технологій мікроклонального розмноження розпочали з обстеження маточних рослин і підбору типу експланта. Донорні рослини фундука вирощували в умовах розсадника НДП “Софіївка” та на колекційній ділянці малопоширених плодових культур кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології. В якості експлантів використовували апікальні меристеми висотою 0,5–0,7 мм, які виділяли з верхівкових та пазушних бруньок однорічних пагонів, а також гібридне насіння власної селекції.

При відпрацюванні технології мікроклонального розмноження селекційного матеріалу керувалися загальними принципами та методиками роботи з культурами рослинних тканин, розробленими Р.Г. Бутенко (1989) [45], В.В. Калініним, В.В. Сарнацькою та В.Е. Поліщуком (1980) [46]. Для стерилізації рослинних матеріалів при введенні в культуру **in vitro** використовували водні розчини дихлориду ртуті (сулеми) 0,1 %, нітрату срібла 1 % та мертиолята натрію 0,1 % з різними експозиціями, додавши 1–2 краплі Твіну-80 для підвищення ефективності стерилізатора. Стерилізований матеріал висаджували на живильні середовища і вирощували при 16-годинному фотоперіоді з інтенсивністю освітлення 2 кЛк, температурному режимі 20–24°C та відносній вологості повітря 75%. Тривалість одного пасажу становила 30–35 днів.

На кожному етапі мікроклонального розмноження (введення рослинного матеріалу в культуру **in vitro**, розмноження, ризогенез) вивчали склад живильного середовища та його фітогормональну оптимізацію. В основу живильного субстрату входили макро- і мікроелементи за рецептами Драйвера і Куніюкі (DKW) та Ллойда і МакКоуна (WPM), що містили глюкозу та/або сахарозу і 7–8 г/л агар-агару [47] (додаток А). Модифікували живильні середовища цитокінінами (6-бензиламінопурин (БАП)) і ауксинами (α -нафтилоцетова кислота (НОК), β -індолилмасляна кислота (ІМК), β -індолилцетова кислота (ІОК)) (додатки Б.1, Б.2, Б.3).

Статистичну обробку результатів досліджень виконували методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу згідно з рекомендаціями Г.М. Зайцева (1981, 1984) [48, 49] та В.О. Єщенко з співавторами (2005) [50], використовуючи прикладну програму «Statistica–6».

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Останнім часом серед селекціонерів зростає інтерес до багатьох цінних малопоширених рослин. Оскільки ці рослини ще не повністю відселектовані, а природне різноманіття залишається значним, потреби в методах мутагенезу та поліплоїдії наразі немає. Однак методи прискореного розмноження можуть стати перспективними в майбутньому. Одним із важливих показників для планування строків вегетативного розмноження є регенераційний коефіцієнт, який вивчається в умовах *in vivo* [19].

4.1 Регенераційна здатність в умовах *in vivo*

Регенерація — це відновлення цілісності травмованого організму (гоєння ран, відновлення втрачених органів) та його функцій. Відомо, що регенераційні процеси залежать від філогенетичних особливостей, які найбільш концентровано відображаються в спадковості (генотипі) кожного виду, різновиду, форми чи сорту, а також від онтогенетичних особливостей конкретної особини, її фізіологічного стану, ендогенних і екзогенних чинників [31].

Механічні травми, як і інші місцеві пошкодження, супроводжують усі рослини, а особливо багаторічні, протягом усього їхнього життя. В процесі еволюції у рослин сформувались механізми пристосування та захисту від травм, тобто здатність до гоєння. Здатність рослини загоювати рани, що виникають при травмуванні її органів, оцінюється за її регенераційним потенціалом [29].

Регенераційна здатність пагонів фундука залежить від віку маточних рослин. Згідно з дослідженнями І.С. Косенка [51], пагони, заготовлені з п'ятирічних рослин ліщини, заживали в 12–20 разів краще, ніж з 40-річних. У дослідах з фундуком найкращу регенераційну здатність показали однорічні пагони.

У наших дослідках вивчалась здатність до посттравматичної регенерації фундука *Corylus L.* Регенераційну здатність оцінювали за темпами та якістю заростання штучно виконаних надрізів на однорічних пагонах за методикою О.А. Опалка. Для цього на однорічних приростах минулого року протягом сезону робили надрізи довжиною 10–12 мм та шириною 1,5 мм.

Встановлено, що швидкість формування калюсу залежала від генотипу досліджуваної рослини та строку проведення операції поранення (таблиці 5 і 6).

Таблиця 5

Динаміка регенераційного потенціалу сортів фундука у 2024 році

Дата поранення	Клиновидний	Шоколадний
18.03	0,31	0,54
28.03	0,98	0,78
8.04	1,56	1,76
18.04	1,38	1,58
27.04	1,23	1,63
6.05	2,07	2,09
16.05	2,18	2,34
28.05	2,02	2,45
8.06	2,13	3,52
18.06	2,73	3,18
28.06	2,32	2,53
10.07	0,93	1,89
21.07	1,37	1,43
1.08	1,63	1,72
11.08	1,98	1,84
21.08	1,95	2,25
3.09	0,21	0,09
16.09	0,02	0,02
26.09	0	0
6.10	0	0
<i>Середнє</i>	<i>1,35</i>	<i>1,58</i>

Протягом вегетації усі досліджені генотипи проявили підвищений регенераційний потенціал у період з травня по серпень.

Таблиця 6

Динаміка регенераційного потенціалу сортів фундука у 2025 році

Дата поранення	Клиновидний	Шоколадний
18.03	0,43	0,17
28.03	0,21	0,79
8.04	1,47	1,89
18.04	1,54	2,05
27.04	1,75	2,22
6.05	1,92	2,38
16.05	2,15	2,45
28.05	2,48	2,90
8.06	2,87	3,63
18.06	2,63	1,50
28.06	2,55	1,34
10.07	1,31	1,87
21.07	1,24	1,69
1.08	2,61	2,60
11.08	2,76	2,53
21.08	1,07	1,73
3.09	0,61	0,20
16.09	0,20	0,27
26.09	0,04	0,02
6.10	0	0,01
Середнє	1,49	1,61

При цьому показники регенерації змінювались у кілька хвиль. У першому варіанті (сорт *Клиновидний*) піки регенерації припадали на 16.05, 18.06 і 11.08, а коефіцієнти калюсоутворення становили відповідно 2,18, 2,73 і 1,98. У другому варіанті (сорт *Шоколадний*) максимумами коефіцієнтів регенерації спостерігалися 8.06 і 21.08, і складала відповідно 3,52 і 2,25. Середні значення регенераційного потенціалу в першому і другому варіантах становили 1,35 і 1,58 відповідно. У березні–квітні відзначалося поступове зростання показників регенераційного потенціалу, а з вересня — зменшення до повного припинення регенераційних процесів.

У 2025 році підвищений регенераційний потенціал спостерігався в першому варіанті з травня, а в другому — з квітня, при цьому його можна було спостерігати до серпня. Показники регенерації також підвищувались у кілька хвиль. В обох варіантах піки регенерації припадали на початок червня та першу і другу декаду серпня, і складали у першому варіанті 2,87 і 2,76, а в другому — 3,63 і 2,60 відповідно. Середній показник регенерації у першому варіанті становив 1,49, а в другому — 1,61.

Як і в попередньому році, показники коефіцієнта регенерації поступово збільшувались у березні–квітні, а з вересня зменшувались до повного припинення регенерації.

Порівнюючи дані за два роки, можна стверджувати, що найбільший регенераційний потенціал у сортів фундука спостерігається саме в червні та серпні. Судячи з цих даних, цей період є найбільш сприятливим для відбору вихідного матеріалу з маточних рослин для розмноження в умовах **in vitro**.

4.2 Регенераційна здатність в умовах *in vitro*

На відміну від трав'янистих рослин, чагарники і дерева в культурі **in vitro** розмножуються з набагато більшими труднощами. Однак, незважаючи на це, регенераційна здатність фундука є досить високою. Вона залежить від багатьох факторів, зокрема від вибору маточної рослини, вибору експлантата, стерилізації, правильного введення в культуру, вкорінення та інших аспектів. Після підбору вихідного матеріалу етапи введення у культуру та розмноження мають значний вплив на процес регенерації [35].

4.2.1 Введення в культуру *in vitro*

Одним з перших етапів введення в культуру є стерилізація вихідного матеріалу перед тим, як він буде розміщений на живильне середовище. На поверхні вегетуючої рослини, її частин, пагонів, бруньок, проростків та інших джерел експлантів, знаходиться велика кількість різноманітних мікроорганізмів. Ці мікроорганізми здатні рости та розмножуватись на

живильному середовищі. В процесі свого росту і розвитку гриби та бактерії не лише поглинають поживні речовини середовища, а й гальмують ростові процеси в експлантах, а в разі серйозної інфекції можуть призвести до загибелі рослини або порушення всіх біологічних процесів у подальшому. Тому стерилізація експлантів повинна бути проведена з максимальною ефективністю та ретельністю.

При введенні живців фундука в культуру **in vitro** вихід стерильних експлантів залежав не лише від тривалості експозиції, а й від типу використовуваних стерилізаторів (табл. 7).

Таблиця 7

Ефективність стерилізації експлантів залежно від форми стерилізатора та експозиції

Стерилізатор і концентрація	Експозиція, хв	Отримано експлантів, %	
		стерильних	життєздатних
Гіпохлорид натрію (NaOCl), 5%	3	10,03	8,21
	5	26,23	23,34
	8	78,85	70,63
	10	89,75	38,48
Дихлорид ртуті (HgCl ₂), 0,1%	3	9,36	5,47
	5	38,12	11,36
	8	46,56	25,78
	10	65,56	13,52
Нітрат срібла (AgNO ₃), 1,0%	3	15,3	13,83
	5	35,55	28,39
	8	58,49	16,43
	10	92,03	29,62
<i>HIP</i> _{0,5}		4,3	3,9

За результатами стерилізації, найбільший вихід стерильних рослин було отримано при використанні стерилізаторів гіпохлориду натрію (NaOCl) та нітрату срібла (AgNO₃) за експозиції 10 хв. (відповідно 89,75% і 92,03%). Проте, життєздатність рослин після такої стерилізації була значно нижчою: у першому варіанті вона становила 38,48%, у другому — 29,62%. Найвищий вихід життєздатних рослин спостерігався при стерилізації гіпохлоридом натрію (NaOCl) за експозиції 8 хв., що дало 70,63% життєздатних рослин при 78,85% стерильних.

Найгірші результати показав дихлорид ртуті (HgCl_2). Хоча показник стерильних рослин за експозиції 10 хв. був досить високим — 65,56%, життєздатних серед них було лише 13,52%.

Після стерилізації експлантів безпосередньо проводять їх введення в культуру. Розвиток меристем, їх експресія або пригнічення тотипотентності значною мірою залежать від умов, в які експланти потрапляють **in vitro**. Серед фізичних факторів, що найбільше впливають на цей процес, важливими є освітлення, температурний режим і вологість. У наших дослідженнях кращі результати спостерігалися, коли після стерилізації рослинний матеріал висаджували на живильне середовище і культивували при температурі 24–26°C, 16-годинному фотоперіоді з інтенсивністю освітлення 3000–5000 люксів і відносній вологості повітря 75%.

Вивчення і підбір фізичних умов вирощування рослин **in vitro** є важливим етапом роботи, проте основним і найскладнішим залишається підбір компонентів живильного середовища, концентрацій та співвідношень регуляторів росту, які визначають напрями розвитку введеного біоматеріалу. Для введення в культуру як основу використовували середовища DKW і WPM з обов'язковим підбором оптимальної концентрації гормонів.

При створенні живильного середовища враховували, що живці будуть культивуватися не більше семи діб. В кращому випадку їх пересаджували на інше живильне середовище, в гіршому — вибраковували з досліду. В основному вибраковували ті рослини, що були не стерильними або не життєздатними.

Для введення в культуру використовували живці довжиною близько 2–3 см з однією пазушною брунькою кожен. Їх розміщували в пробірки з живильним середовищем, які вставляли у спеціальні штативи і переносили в культуральну кімнату. (рис 7).



Рис. 7. Пробірки з введеними у культуру живцями фундука в культуральній кімнаті

Саме в культуральній кімнаті, за певних умов, пробуджуються бруньки, які дають початок мікропагону. Однак на цьому етапі процес ще не завершується. Після того як мікропагін досягає завдовжки 3–4 см, обов'язково проводиться тестування на відсутність бактеріальної інфекції. Це тестування проводять на середовищі ДПГА (дріжджі, пептон глюкоза агар), яке дозволяє виявити будь-які бактеріальні забруднення.

Тільки після введення рослин в культуру і успішного проходження цього тесту відбирається оздоровлений і достатньо розвинений матеріал для подальшого розмноження. Це гарантує, що тільки здорові і стійкі рослини будуть використані для подальших етапів мікроклонального розмноження.

4.2.2 Розмноження фундука в культурі

Для подальшого розмноження перевірених матеріал (пробірки з мікроживцями) переносять у спеціальну ламінарну шафу, де створені стерильні умови для роботи. В цих умовах мікроживці клонуються і розсаджуються на свіжі середовища. Як експланти використовуються живці, одержані при розділенні основного пагону меристемних рослин на фрагменти довжиною 10–15 мм з однією-двома бруньками, а також відокремлені додаткові пагони довжиною 10–15 мм з однією-двома бруньками.

Для проліферації використовувалося по чотири модифікації тих же середовищ, які застосовувалися при введенні в культуру — це DKW і WPM. Такі середовища були використані для прискорення розмноження мікроживців. Один раз на 4-5 тижнів новоутворені мікроживці повторно клонуються і розсаджуються на свіже середовище до досягнення бажаної кількості.

У наших дослідженнях було випробувано різні поєднання фітогормонів, які відіграють основну роль у регуляції росту рослин. Коефіцієнти розмноження фундука в усіх модифікаціях середовищ наведені в таблиці 8.

Таблиця 8

Коефіцієнт розмноження сортів фундука залежно від живильного середовища

Вид	Модифіковані живильні середовища							
	DKW				WPM			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Клиновидний	1,6	1,5	2,6	3,8	1,8	2,7	3,6	4,3
Шоколадний	2,4	2,6	3,5	3,8	2,0	5,1	4,7	3,0

За результатами досліджень можна стверджувати, що кращі коефіцієнти розмноження показав сорт *Шоколадний* порівняно з *Клиновидним*. В загальному по середовищах найкращі показники були у четвертій модифікації DKW для обох сортів — 3,8, четвертій модифікації WPM для сорту *Клиновидний* — 4,3, а також другої та третьої модифікацій WPM для сорту *Шоколадний* — 5,1 і 4,7 відповідно. Інші варіанти середовищ показали дещо нижчі коефіцієнти розмноження.

Найвищий коефіцієнт був зафіксований у сорту фундука Шоколадний на середовищі WPM2 і становив 5,1. Отже, для розмноження мікроживців найкраще використовувати живильні середовища WPM2 і WPM4, оскільки саме вони показали найвищі коефіцієнти регенерації фундука в умовах *in vitro*.

РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

В сучасних умовах, коли активно впроваджуються нові технології та технічні засоби механізації виробничих процесів, а також індустріальні технології виробництва сільськогосподарської продукції, що включають новітні біотехнологічні методи, особливого значення набуває проблема охорони праці.

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності [52].

Законодавча база охорони праці в Україні охоплює низку законів, серед яких основними є Закон України «Про охорону праці» та Кодекс законів про працю (КЗпП). Також до законодавчої бази належать закони України, зокрема «Про загальнообов'язкове соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, які спричинили втрату працездатності», «Про охорону здоров'я» та «Про загальнообов'язкове соціальне страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням та похованням». Їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві акти — стандарти, інструкції, правила, норми, положення, статuti та інші документи, які мають юридичну силу та обов'язкові до виконання всіма установами і працівниками України [53].

Безпека робіт в лабораторіях мікробіологічного профілю повинна забезпечуватись відповідно до вимог ГОСТ 12.3.00275, ГОСТ 12.1.008–76, ДСП №9.9.5.035.99, а також інших чинних нормативних актів [54]. При виконанні робіт в лабораторії на працюючих можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- біологічні (мікроорганізми: бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, хламідії, гриби; гельмінти, найпростіші та ін., а також продукти їх життєдіяльності; макроорганізми: тварини, людина і продукти їх

життєдіяльності; культури клітин і тканин, генетичні фрагменти, діагностичні препарати, тощо);

- хімічні (реактиви, дезінфекційні засоби, канцерогенні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, мутагенні, алергенні та інші речовини);
- механічні: виробниче обладнання (обладнання, що працює під тиском, центрифуги, лабораторне скло, ріжучий, колючий інструментарій, гострі краї, задирки та ін.);
- фізичні (електричний струм, ультрафіолетове, електромагнітне випромінювання, недостатня освітленість, відхилення вологості і температури робочої зони від встановлених норм, підвищена (занижена) рухомість повітря, підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, підвищений шум, гаряча вода та пара);
- людські (нервово-психічні, фізичні (перевантаження персоналу), акти вандалізму та ін);
- пожежонебезпека.

Для запобігання нещасним випадкам під час роботи в лабораторії всі працівники повинні обов'язково дотримуватися правил охорони праці та проводити профілактичні заходи для їх попередження. Важливо забезпечити відповідність рівнів концентрацій шкідливих виробничих факторів чинним санітарним нормам. Лабораторія повинна бути оснащена необхідними комунікаціями: водопроводом, каналізацією, електрикою, засобами зв'язку, вентиляцією, опаленням, а також бути газифікована.

При роботі з культурами мікроорганізмів і в інших випадках, пов'язаних з їх зберіганням і переміщенням в межах та поза межами лабораторії, працівники повинні керуватися «Положенням про порядок обліку, зберігання, обігу, відпуску та пересилки культур бактерій, вірусів, рикетсій, грибів, найпростіших, мікоплазм, бактерійних токсинів біологічного походження».

Особливі вимоги ставляться до приміщення лабораторії. Поверхня стін повинна бути водостійкою та легко митися. На висоту 1,5 м стіни облицьовують глазурованою плиткою або фарбують олійною фарбою світлих

тонів. У автоклавних, боксах, віварії — на всю висоту — світлою глазурованою плиткою або іншими дозволеними облицювальними матеріалами, затвердженими МОЗ України. Підлога в лабораторних приміщеннях має бути гладкою, легко митися, стійкою до дії дезінфікуючих засобів, не слизькою, без дефектів. Лінолеум не повинен мати щілин, тріщин, дірок, а шви листків повинні бути ретельно пропаяні. Стики між стінами, підлогою та стелею повинні бути закругленими для зручності санітарної обробки. Підвісні стелі повинні бути герметичними і легко чиститися та дезінфікуватися.

Ширина основних проходів до робочих місць або між рядами обладнання має бути не менше 1,5 м, щоб забезпечити зручність пересування. Двері лабораторії повинні бути гладкими, без виступів, а вікна та двері приміщень "заразної" зони повинні бути герметичними.

Бокс для досліджень складається з двох відділень: боксу та передбоксника, відокремлених скляною перегородкою. Передбоксник призначений для одягання стерильного одягу та проведення допоміжних робіт. У ньому розміщуються медична шафа для зберігання стерильного матеріалу та шафа для спецодягу. Бокси повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією з бактеріальними фільтрами та ультрафіолетовими лампами. Вимикачі цих ламп повинні бути розташовані поза боксом, а перебування в приміщенні під час роботи ламп забороняється.

Персонал лабораторії забезпечується медичними халатами, шапочками, змінним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт. Спеціальний одяг і взуття повинні відповідати умовам роботи та забезпечувати безпеку праці. Спеціальний одяг повинен повністю закривати власний одяг, а взуття — бути таким, що легко миється і обробляється. Зміна робочого одягу повинна проводитися при забрудненні, але не рідше ніж один раз на тиждень. Для роботи в боксі необхідно використовувати стерильний комплект, що включає халат, шапочку, маску, гумові рукавички та бахіли, які зберігаються в передбокснику. Оптимальним є використання одноразового стерильного одягу [54].

Зберігання хімічних реактивів здійснюють згідно методичних вказівок №2684-73.

Особи, які не досягли 18-річного віку, а також вагітні до роботи не допускаються. Працівники, які мають безпосереднє відношення до експлуатації автоклавів або балонів із стиснутим або скрапленим газами, повинні пройти підготовку і мати посвідчення про допуск їх до роботи з автоклавами (балонами). Навчання та атестація персоналу, який обслуговує посудини, що працюють під тиском, проводяться у професійно-технічних училищах, учбово-курсних комбінатах (курсах) або на спеціальних курсах, створених за узгодженням з місцевими органами Держнаглядохоронпраці. Індивідуальна підготовка не допускається [55, 56].

Відповідальність за організацію та додержання біологічної безпеки в установі несе керівник, а в підрозділах — їх завідувачі (керівники). Контроль за виконанням вимог даних правил покладається на заступника керівника установи [55, 56].

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» керівник установи (власник) зобов'язаний забезпечити:

- дотримання правил чинного законодавства, з питань охорони праці, техніки безпеки, протиепідемічного режиму та виробничої санітарії, створення безпечних умов праці у цілому по установі і в лабораторіях;
- складання планів (узгоджень) на проведення заходів з охорони праці, протиепідемічного режиму, техніки безпеки та виробничої санітарії і контроль за їх виконанням і звітністю;
- здійснення контролю за підготовкою та виконанням працівниками лабораторій правил та інструкцій з протиепідемічного режиму і техніки безпеки;
- проведення передбачених чинним законодавством обов'язкових попередніх та періодичних медичних оглядів працівників;

- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту, спецхарчуванням, дезінфікуючими та миючими засобами у відповідності до затверджених норм;
- своєчасне розслідування та облік нещасних випадків і професійних захворювань в лабораторіях відповідно до "Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві", затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 30.11.11, №1232.

На завідуючого (керівника) лабораторії покладається:

- контроль за дотриманням працівниками лабораторії правил охорони праці, біологічної та пожежної безпеки і прийняття заходів до порушників згаданих правил (через керівника установи);
- розробка і забезпечення робочих місць відповідними інструкціями та правилами, що визначають безпеку роботи;
- систематичне проведення на робочому місці інструктажу з працюючими щодо безпечних методів роботи;
- створення умов безпечної експлуатації лабораторного обладнання, заборона роботи на несправному або не оснащеному пристроями, що забезпечують безпечність роботи, обладнанні;
- організація та проведення систематичного профілактичного огляду, ремонту обладнання лабораторії з реєстрацією;
- контроль за безпечним отриманням, транспортуванням, зберіганням, видачею біологічного матеріалу, сильнодіючих отруйних хімічних речовин, концентрованих кислот та лугів;
- своєчасне розслідування (протягом 24 годин) обставин та причин нещасних випадків, що мали місце в лабораторії, вживання заходів щодо попередження виробничого травматизму та професійних отруєнь і захворювань;
- недопущення до роботи осіб, які не пройшли відповідної підготовки та інструктажу і не мають (або мають прострочені) посвідчення про допуск до

роботи, а також осіб, які не пройшли медичний огляд; контроль за правильним застосуванням, зберіганням, пранням та ремонтом спеціального (захисного) одягу і спецвзуття;

- контроль наявності укомплектованої аптечки першої медичної допомоги.

Для того, щоб підвищити рівень роботи і усунути недоліки та покращити умови праці необхідно:

1. Відновити техніку, щоб підвищити її надійність;
2. Після проведення інструктажів організувати перевірку знань працівників;
3. Організувати зберігання спецодягу і засобів індивідуального захисту в легкодоступних місцях і у достатній кількості;
4. Провести атестацію умов праці з метою виявлення показника шкідливості роботи для виплати грошової компенсації за шкідливі умови;
5. Покращити якість харчування та умови відпочинку в зв'язку з складними умовами праці;
6. Посилити контроль за дотриманням правил безпеки праці працівниками під час проведення робіт в біотехнологічній лабораторії.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

1. Мікроклональне розмноження фундука *Corylus L.* є досить перспективним у наш час. І дивлячись на результати наших дослідів на протязі 2023–2024 рр. можна стверджувати, що такий спосіб розмноження здатний забезпечити сучасну промисловість з вирощування продукції горіхівництва якісним посадковим матеріалом фундука у достатній кількості.

2. Найкращим періодом для відбору вихідного матеріалу для розмноження *in vitro* є червень і серпень, оскільки саме в цей час коефіцієнти калусоутворення були найвищими — від 2,18 до 3,63.

3. Для стерилізації експлантів потрібно використовувати 5%-й розчин гіпохлорид натрію (*NaOCl*), адже за результатами наших досліджень саме він дає найбільшу кількість життєздатних стерильних експлантів — 70,63%.

4. Для розмноження сорту фундука Клиновидний доцільно використовувати модифіковане нами живильне середовище *WPM*₄ з додаванням 0,01 мг/л ІМК і 2,5 мг/л 6-БАП, при чому коефіцієнт розмноження становив — 4,3.

5. Найбільший коефіцієнт розмноження для сорту Шоколадний — на *WPM*₂ з додаванням 0,1 мг/л ІМК і 1,5 мг/л 6-БАП — складає 5,1.

Для успішного культивування в культурі *in vitro* фундука сорту Клиновидний та Шоколадний потрібно:

- введення в культуру проводити у червні і серпні місяцях, коли відбувається активний ріст пагонів;
- контролювати концентрацію стерилізатора і експозицію стерилізації;
- за основу використовувати базові живильні середовища Драйвера-Коньюкі і Лойда і Маккоуна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Косенко І.С. Фундук: прикладна генетика, селекція, технологія розмноження і виробництва / І.С. Косенко, А.І.Опалко, О.А.Опалко. — Київ: Наук. думка, 2008. — 256 с.
2. Косенко І.С. Ліщини в Україні / І.С. Косенко. — К.: Академперіодика, 2002. — 266 с.
3. Михалець О.В. Фундук/О. Михалець, Л. Михалець // Огородник. — 2010. — № 8. — С. 23–24.
4. Поздняк В. Чтобы быть с орехами / В. Поздняк // Фермерське господарство. — 2013. — № 19. — С. 16.
5. Волков В. Фундук /В. Волков, Н. Волкова // Настоящий хозяин. — 2007. — № 7–8. — С. 27–28.
6. Чопик В.И. Дикорастущие полезные растения Украины. Справочник / В.И. Чопик, Л.Г. Дудченко, А.Н. Краснова. — Київ: Наукова думка, 2005. — 400 с.
7. Кірмікчій П.Г. Фундук в Україні / П.Г. Кірмікчій // Сад, виноград і вино України. — 2002. — № 11. — С. 88.
8. Моргун О.В. Господарсько-біологічна оцінка нових сортів фундука в умовах північного Лісостепу України: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук / В. Моргун. — К., 2006. — 20 с.
9. Бублик М.О. Особливості розмноження фундука в умовах Лісостепу України / М.О. Бублик, О.В. Моргун, Н.В. Шевчук // Садівництво: міжвід. темат. наук. зб. Інституту садівництва УНААН. — 2002. — Вип. 54. — С. 266–272.

10. Косенко І.С. Специфічність біології цвітіння і запліднення фундука / І.С. Косенко, А.І. Опалко // Матер. міжнар. наук. конф., присвяченої 210-річчю НДП «Софіївка». — К.: Академперіодика, 2006. — С. 402–408.
11. Семенов В. Особенности выращивания фундука / В. Семенов // Фермерське господарство. — 2011. — № 44. — С. 9.
12. Моргун О.В. Ростові процеси фундука в умовах північного Лісостепу / О.В. Моргун // Вісник аграрної науки. — 2010. — № 8. — С.26–30.
13. Мазур П. Болезни и вредители грецкого ореха и фундука / П. Мазур // Нескучный сад. — 2010. — № 11. — С. 34–36.
14. Ментух О. Шкідники і хвороби фундука / О. Ментух // Вісник Львівського державного аграрного університету: агрономія. — 2001. — № 5. — С. 330–334.
15. Кириченко І. У пошуках своїх «золотих горішків» / І. Кириченко // Земля моя кормилиця. — 2014. — № 3(733). — С. 7.
16. Аль-Бадарат Омар Екологічні основи захисту фундука та ліщини від пошкодження комахами: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук / Аль-Бадарат Омар. — Харків, 2004. — 20 с.
17. Івченко Т.В. Новітні біотехнології — неймовірні можливості / Т.В. Івченко, В.П. Мірошніченко // Агровісник Україна. — 2007. — № 1. — С. 80–82.
18. Приставський М.С. Мікроклональне розмноження рослин *in vitro* / М.С. Приставський // Дім, сад, город. — 2010. — № 11. — С. 33–34.
19. Кушнір Г.П. Мікроклональне розмноження рослин / Г.П. Кушнір, В.В. Сарнацька. — К.: Наукова думка, 2005. — 267 с.
20. Россихин В.В. Биотехнология — введение в науку будущего / В.В. Россихин. — Х.: Колорит, 2005. — 288 с.
21. Самаріна І. Горіхівництво — філософія та бізнес / І. Самаріна // Агробізне сьогодні. — 2012. — № 9. — С. 27–37.

22. Корнацкий С.А. Клональное размножение может быть рентабельным / С.А. Корнацкий // Достижения науки и техники АПК. — 2004. — № 4. — С.20–21.
23. Пристанський М. *in vitro* — технологія сучасного агробізнесу / М. Пристанський // Пропозиція. — 2015. — № 5. — С. 56–58.
24. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Лісостепу України: в 2-х т. Т. 1 / Кабінет Міністрів України, Національний аграрний університет України; Редкол.: Відп. ред. Д.О. Мельничук; Редкол.: І.Г. Кириленко, С.М. Рижук. — Київ: Алефа, 2003. — 885 с.
25. Копань І.П. Результати і перспективи селекції плодових і ягідних культур в Інституті садівництва УНААН / [В.П.Копань, К.М. Копань, О.М. Ярещенко та ін.] // Сад, виноград і вино України. — 2005. — № 6–7. — С.12–31.
26. Моргун О.В. Фундук в умовах Лісостепу України / О.В. Моргун, М.О. Бублик // 36. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. — Умань, 2010. — Вип. 74. — С. 330 — 341.
27. Косенко И.С. Вопросы генетики самонесовместимости *Corylus L.* / И.С. Косенко, А. И. Опалко // Матер. междур. науч. конф., посвященной 165-летию Сухумского ботанического сада и 110-летию Сухумского субтропического дендропарка Института ботаники АН Абхазии. — Сухум, 2006. — С.267–269.
28. Лоай Сахіб Рахді Аль Маршді Розмноження, ріст і плодоношення фундука в Лівобережному Степу України: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук / Лоай Сахіб Рахді Аль Маршді. — Умань, 2014. — 19 с.
29. Селекція плодових і овочевих культур / [А.І. Опалко, А.О. Яценко, О.А. Опалко та ін.]; За ред. А.І. Опалка. — К.: Науковий світ, 2004. — 307 с.
30. Гібайло В.М. Фундук. Технологія вирощування / В.М. Гібайло, Н.А. Москаленко // Фермерське господарство. — 2013. — № 19. — С. 16.

31. Косенко І.С. Перспективи мікроклонального розмноження представників роду *Corylus* L. / І.С. Косенко, А.І. Опалко // Зб. наук. пр. Українського товариства генет. і селекц. ім. М. Вавилова. — К.: Логос, 2007. — Т. 2. — С. 512–516.
32. Косенко І. С. Найважливіші досягнення у науковій роботі національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України у 2010 році / І.С. Косенко // Автохтонні та інтродуковані рослини: Зб. наук. пр. НДП «Софіївка» НАН України. — 2010. — Вип. 6. — С. 33 — 41.
33. Шевченко І. Біолабораторія, де продукують «зелений» потенціал України [про лабораторію фітовірусології та біотехнологій НАУ] / І. Шевченко// Сільський час. — 2004. — № 29. — С. 1–5.
34. Опалко О.А. Ефективність ростових речовин для укорінення стеблових живців малопоширених плодових рослин / О.А. Опалко, А.О. Балабак // Зб. наук. пр. Уманського державного аграрного університету. — 2001. — Вип. 51. — С. 151–154.
35. Косенко І.С. Удосконалення способів мікроклонального розмноження *Corylus colurna* L. / І.С. Косенко, А.І. Опалко, М.В. Небиков // Автохтонні та інтродуковані рослини: Зб. наук. пр. НДП «Софіївка» НАН України. — 2009. — Вип. 5. — С. 119–126.
36. Грибало В.М. Біологічні особливості сортів фундука в Лісостепу України / В.М. Грибало // Зб. наук. пр. Уманського державного аграрного університету. — 2008. — Вип. 67, Ч. 1. — С. 256–261.
37. Грибало В.М. Екологічно пристосовані сорти фундука (*Corylus* L.) для Лісостепу України / В.М. Грибало // Садівництво: міжвід. темат. наук. зб. Інституту садівництва УНААН. — 2008. — Вип. 56. — С. 58–65.
38. Косенко І.С. Динаміка роду *Corylus* L. Як підтвердження закону М.І. Вавилова про гомологічні ряди у спадковій мінливості / І.С. Косенко, А.І. Опалко // Матер. міжнар. наук. конф., присвяченої 120-річчю з дня народження академіка М.І. Вавилова. — К.: Фітоцентр, 2007. — С. 70–74.

39. Сергієнко М.В. Специфічність пагоноутворення *in vitro* у представників роду *Corylus* L. / М.В. Сергієнко // Автохтонні та інтродуковані рослини: Зб. наук. пр. НДП «Софіївка» НАН України. — 2010. — Вип. 4. — С. 98–117.
40. Пічний М.Ю. Фундук — окультурена ліщина / П.Ю. Пічний // Дім, сад, город. — 2006. — № 8. — С. 12.
41. Надточій І.П. Розмноження фундука / І.П. Надточій // Дім, сад, город. — 2004. — № 8 С. 14–15.
42. Постригань В.С. Агromетeоролoгічний огляд по території Черкаської області за 2012–2013 сільськогосподарський рік / В.С. Постригань, Т.В. Базаєва. — Черкаський обласний центр з гідрометeоролoгії, 2013. — 41 с.
43. Постригань В.С. Агromетeоролoгічний огляд по території Черкаської області за 2013–2014 сільськогосподарський рік / В.С. Постригань, Т.В. Базаєва. — Черкаський обласний центр з гідрометeоролoгії, 2014. — 42 с.
44. Опалко О.А. Динаміка регенераційного потенціалу яблуні / О.А. Опалко // Зб. наук. пр. Уманського державного аграрного університету. — 2002. — Вип. 55. — С. 182–188.
45. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р.Г. Бутенко. — М.: ФБК-Пресс, 1999. — 160 с.
46. Калинин Ф.Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф.Л. Калинин, Л.А. Сарнацька, К.П. Полищук. — К.: Накова думка, 1980. — 488 с.
47. Mosyakin S.L. Vascular plants of Ukraine. / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk // A nomenclatural checklist. — Kyiv. — 1999. — 345 p.
48. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. — М.: Наука, 1984. — 424 с.
49. Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений / Г.Н. Зайцев. — М.: Наука, 1984. — 120 с.

50. Основи наукових досліджень в агрономії: [Підручник] / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз. — К.: Дія, 2005. — 286 с.
51. Косенко І.С. Неморфогенна регенераційна здатність представників роду *Corylus* L. / І.С. Косенко, О.А. Опалко, Н.В. Горобець // Зб. наук. пр. Українського товариства генет. і селекц. ім. М. Вавилова. — К.: Логос, 2008. — Т. 5. — С. 74–78.
52. Пістун І.П. Охорона праці в галузі сільського господарства / І.П. Пістун, А.П. Березовецький, С.А. Березовецький. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. — 369с.
53. Васильчук М.В. Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності / [упоряд.: М.В.Васильчук, Н.У. Дубова]. — К.: Основа, 2004. — 880 с.
54. Марчишина Є. нові правила охорони праці у лабораторіях, де проводять дослідження з використанням хімічних речовин / Є. Марчишина, В. Мельник, Р. Гайдученко // Безпека праці. — 2013 — № 9(130). — С. 26–29.
55. Даньків Й. Охорона праці на підприємстві / Й. Даньків, М. Остап'юк, В. Даньків // Бухгалтерський облік і аудит. — 2013. — № 6. — С. 47–51.
56. Гогіташвілі Г.Г. Основи охорони праці / Г.Г. Гогіташвілі, В.М. Лапін. — К.: Знання, 2008. — 302 с.

ДОДАТКИ

Додаток А
Склад базових живильних середовищ

Елемент середовища	DKW, мг/л	WPM, мг/л
Макроелементи		
NH ₄ NO ₃	1416,0	400,0
(NH ₄) ₂ SO ₄	—	—
KNO ₃	—	—
CaCl ₂ ×2H ₂ O	149,0	72,5
MgSO ₄ ×7H ₂ O	740,0	180,5
KH ₂ PO ₄	265,0	170,0
Ca(NO ₃) ₂ ×4H ₂ O	196,9	386,8
K ₂ SO ₄	155,9	990,0
FeSO ₄ ×7H ₂ O	33,8	—
Na ₂ EDTA×2H ₂ O	45,4	—
FeNaEDTA	—	36,7
Мікроелементи		
H ₃ BO ₃	4,0	6,2
MnSO ₄ ×4H ₂ O	33,4	22,3
CoCl ₂ ×6H ₂ O	—	—
CuSO ₄ ×5H ₂ O	0,025	0,025
ZnSO ₄ ×7H ₂ O	—	8,6
Na ₂ MoO ₄ ×2H ₂ O	0,39	0,25
KJ	—	—
Zn(NO ₃) ₂ ×6H ₂ O	17,0	—
Амінокислоти		
Гліцин	0,1	2,0
Вітаміни		
B ₁	0,1	1,0
B ₆	0,1	0,5
PP	0,1	0,5
Джерело вуглеводів		
Глюкоза	—	
Сахароза	30000,0	20000,0
pH — 5,6–5,8		

Додаток Б 1
Коефіцієнт регенераційної здатності сорту Клиновидний у 2024 році

Дата поранення	Повторність		
	I	II	III
18.03	0,30	0,30	0,27
28.03	0,97	0,90	1,01
8.04	1,45	1,39	1,57
18.04	1,44	1,38	1,38
27.04	1,19	1,25	1,22
6.05	2,06	2,10	2,11
16.05	2,20	2,12	2,10
28.05	2,03	2,12	2,06
8.06	1,99	2,01	2,07
18.06	2,63	2,73	2,69
28.06	2,22	2,24	2,23
10.07	1,00	0,95	0,93
21.07	1,27	1,30	1,51
1.08	1,61	1,62	1,33
11.08	1,83	1,99	1,85
21.08	1,95	1,95	1,83
3.09	0,21	0,21	0,21
16.09	0,02	0,02	0,02
26.09	0,00	0,00	0,00
6.10	0,00	0,00	0,00
Середнє			

Додаток Б 2
Коефіцієнт регенераційної здатності сорту Клиновидний у 2025 році

Дата поранення	Повторність		
	I	II	III
18.03	0,41	0,43	0,48
28.03	0,22	0,22	0,20
8.04	1,37	1,47	1,39
18.04	1,56	1,51	1,61
27.04	1,85	1,64	1,73
6.05	1,82	1,93	1,88
16.05	2,38	2,33	2,10
28.05	2,48	2,43	2,44
8.06	2,72	2,87	2,87
18.06	2,59	2,50	2,65
28.06	2,59	2,48	2,73
10.07	1,39	1,35	1,26
21.07	1,37	1,23	1,27
1.08	2,65	2,35	2,50
11.08	2,59	2,61	3,02
21.08	1,10	1,08	1,09
3.09	0,61	0,66	0,69
16.09	0,21	0,21	0,22
26.09	0,04	0,04	0,04
6.10	0,00	0,00	0,00
Середнє			

Додаток Б 3
Коефіцієнт регенераційної здатності сорту Шоколадний у 2024 році

Дата поранення	Повторність		
	I	II	III
18.03	0,49	0,51	0,56
28.03	0,76	0,86	0,81
8.04	1,83	1,68	1,78
18.04	1,49	1,46	1,52
27.04	1,53	1,61	1,75
6.05	2,10	2,10	1,92
16.05	2,26	2,39	2,28
28.05	2,29	2,28	2,51
8.06	3,10	3,14	3,63
18.06	3,13	3,11	2,88
28.06	2,47	2,46	2,79
10.07	1,88	1,84	1,69
21.07	1,44	1,51	1,40
1.08	1,84	1,85	1,56
11.08	1,93	1,89	1,85
21.08	2,24	2,26	2,25
3.09	0,08	0,10	0,09
16.09	0,02	0,02	0,02
26.09	0,00	0,00	0,00
6.10	0,00	0,00	0,00
Середнє			

Додаток Б 4
Коефіцієнт регенераційної здатності сорту Шоколадний у 2025 році

Дата поранення	Повторність		
	I	II	III
18.03	0,17	0,18	0,19
28.03	0,83	0,80	0,77
8.04	1,97	2,01	1,75
18.04	2,15	2,07	2,04
27.04	2,09	2,21	2,00
6.05	2,32	2,28	2,48
16.05	2,46	2,40	2,73
28.05	2,98	2,91	3,12
8.06	3,65	3,67	4,18
18.06	1,55	1,42	1,55
28.06	1,34	1,36	1,26
10.07	1,70	1,73	1,91
21.07	1,57	1,57	1,81
1.08	2,59	2,29	2,48
11.08	2,33	2,31	2,71
21.08	1,72	1,76	1,71
3.09	0,21	0,23	0,22
16.09	0,26	0,26	0,27
26.09	0,02	0,02	0,02
6.10	0,01	0,01	0,01
Середнє			