

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(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 ГОРОБИНИ (*SORBUS L.*)
IN VITRO В НАВЧАЛЬНО-НАУКОВІЙ ЛАБОРАТОРІЇ «БІОТЕХНОЛОГІЇ»
УНУ

Виконав: студент II курсу, 24 м-а групи
спеціальності 201 Агрономія

МОХІРСЬВ ІГОР Вікторович

Керівник: СЕРЖУК Олександр, к. с.-г. н., доцент

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. РОЗМНОЖЕННЯ НОВОЇ НЕТРАДИЦІЙНОЇ ПЛОДОВОЇ КУЛЬТУРИ РОДУ <i>SORBUS</i> L. (огляд літератури)	5
1.1. Господарсько-цінні ознаки, поширення та екологічні особливості горобини (<i>Sorbus</i> L.)	5
1.2. Розмноження горобини	8
РОЗДІЛ 2. ОБЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
2.1. Ботанічна і біологічна характеристика рослин роду Горобина	14
2.2. Особливості досліджуваних генотипів горобини	15
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
3.1. Ґрунтово-кліматичні умови	19
3.2. Лабораторні умови	23
3.3. Схема досліду	23
3.4. Методика проведення досліджень	24
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
4.1. Регенерація і калюсоутворення в природних умовах	27
4.2. Мікроклональне розмноження генотипів горобини	32
4.2.1. Стерилізація рослинного матеріалу і введення в культуру	33
4.2.2. Розмноження горобини в культурі.....	35
4.2.3. Індукування кореневої системи <i>in vitro</i>	37
4.2.4. Дослідження умов адаптації після культури <i>in vitro</i>	39
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	41
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	47
ДОДАТКИ	54

ВСТУП

Серед дикорослих харчових рослин горобина є однією з найбільш перспективних для інтродукції та селекції плодових культур. Це зумовлено, насамперед, її унікальним біохімічним складом, що надає її плодам високу харчову і лікарську цінність (Петров, 1957; Кур'янов, 1967; Петрова, 1982; Кольцова, Кожевников, 1997; Кочегарова, 2001; Поплавська, 2006) [70, 10].

Попри поєднання цінних харчових, лікарських і декоративних властивостей, горобина протягом багатьох років залишається нетрадиційною культурою як в Україні, так і в світі. Основною перешкодою для її широкого поширення в садівництві є обмежена кількість джерел господарсько цінних ознак через суворий клімат та недостатнє вивчення її біології. Тому для успішного введення горобини в культуру необхідно провести низку досліджень, спрямованих на виявлення і інтродукцію сортів, стійких до кліматичних умов України та перспективних для господарського використання і селекції [35].

Сучасна селекція все більше уваги приділяє методам мікроклонального розмноження рослин, зокрема горобини, для збереження цінних ознак батьківських рослин [68].

Актуальність теми. Методи біотехнології, а саме мікроклонального розмноження рослин, дозволяють прискорити розмноження вихідного матеріалу та покращити його якість. Тому обрана тема на сьогодні актуальна.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в умовах *in vitro* проведено дослідження з мікроклонального розмноження горобини. З'ясовано експозиції та стерилізатори. Модифіковано живильні середовища для морфогенезу рослин горобини. Відпрацьовано етапи *in vitro* горобини а також обґрунтовано низку рекомендацій щодо прискореного розмноження.

Практичне цінність одержаних результатів. Отримані результати досліджень підтверджують можливість *in vitro* генотипів горобини.

Апробація результатів досліджень. Основні результати досліджень обговоренні на студентських гуртках та засіданні кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології. Оформлено у вигляді тезісів (Мікроклональне розмноження нетрадиційних плодових культур) і подано до друку в збірник матеріалів XII-ї Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)».

РОЗДІЛ 1. РОЗМНОЖЕННЯ НОВОЇ НЕТРАДИЦІЙНОЇ ПЛОДОВОЇ КУЛЬТУРИ РОДУ *SORBUS* L. (огляд літератури)

1.1. Господарсько-цінні ознаки, поширення та екологічні особливості горобини (*Sorbus* L.)

Рід *Sorbus* L. належить до підродини Maloideae родини Rosaceae, однак точна кількість видів у роду не визначена. За різними оцінками, їх число варіюється від 70 до 250. Відсутність єдиної думки щодо таксономічної структури роду пояснюється значною внутрішньовидовою варіативністю, яка виникає через часту слабку репродуктивну ізоляцію видів, що спричиняє утворення численних міжвидових та міжродових гібридів. Цей процес, у поєднанні з апоміксисом та поліплоїдією, ускладнює філогенетичні зв'язки і призводить до великого поліморфізму, що утруднює аналіз таксономії роду.

З часів Карла Ліннея різні дослідники або об'єднують *Sorbus* з іншими родами підродини Maloideae, або поділяють на підроду, секції та окремі роди. Спочатку Лінней описав рід ***Sorbus*** на основі двох видів — ***S. aucuparia* L.** та ***S. domestica* L.**. Подальші роботи таких вчених, як **A.P. de Candolle** (1825), **F. Unger** (1869), **C.I. Maximowicz** (1874), **E. Koehne** (1890, 1891), **J.T. Hedlund** (1901), **C.K. Schneider** (1906), **A. Rehder** (1949), **A.A. Гроссгейм** (1952), **A.B. Гурський** (1957), **Z. Karpati** (1960), **M. Kovanda** (1961, 1965), **C. Weber** (1964), **T.T. Yu** (1974), **Е.Ц. Габріелян** (1978), **J.B. Phipps** et al. (1990), **K.R. Robertson** et al. (1991), **H. McAllister** (2005), **J.D. Postman** (2011) та інших, поступово створюють все більше питань і підкреслюють складність філогенетичних зв'язків у підродині **Maloideae**.

У «**Флорі СРСР**» **В.Л. Комаров** та **Ю.Д. Цінзерлінг** (1939) розділили рід ***Sorbus*** на два підроду: ***Eu-Sorbus* Kom.** та ***Hahnia* Medik.**. Підрід ***Eu-Sorbus*** поділяється на дві секції: ***Cormus* Spach.** (один вид ***S. domestica* L.**) та ***Aucuparia* Medik.**, що в свою чергу

поділяється на три ряди: ****Lucidae Kom.****, ****Aucupariae Kom.**** і ****Tianschanicae Kom.****. Підрид ****Hahnia**** поділяється на секцію ****Torminaria DC.**** (один вид ****S. torminalis L.****) та ****Aria DC.****, що включає п'ять рядів: ****Subfuscae Zinserl.****, ****Lobatae Zinserl.****, ****Euariae Zinserl.****, ****Graecae Zinserl.**** та ****Xerophilae Zinserl.****.

Таксономічне поділення базується на таких ознаках, як будова листя (для підродів), будова гінецею та розміри плоду (для секцій), а також будова бруньок, розміри та кількість листочків (для рядів). Таксони, що природно ростуть у Західному Сибіру, належать до підроду ****Eu-Sorbus****, секції ****Aucuparia****, ряду ****Aucupariae****.

****М. Kovanda**** (1961, 1965) на основі морфологічних, анатомічних і географічних ознак поділяє рід ****Sorbus**** на п'ять самотійних родів: ****Aria****, ****Torminaria****, ****Chamaemespilus****, ****Aucuparia**** та ****Sorbus s.str.****. ****Е.Ц. Габріелян**** (1978), у свою чергу, пропонує альтернативну класифікацію, об'єднуючи багато сумнівних видів та пропонуючи поділ роду на секції та підсекції, без розподілу на підроди. В свою чергу, ****K.R. Robertson** et al. (1991)** дотримуються поділу роду на п'ять самотійних родів: ****Aria****, ****Chamaemespilus****, ****Cormus****, ****Torminalis**** та ****Sorbus s.str.****.

Н. McAllister (2005) в своїй великій монографії розділяє рід ****Sorbus**** на два підроду та 11 секцій. Види роду мають різні рівні плоїдності, з найбільш характерними хромосомними наборами ****2n = 34, 51, 68****.

Види **Sorbus** поширені в помірному кліматичному поясі північної півкулі, деякі з них заходять в арктичний пояс і тропіки. Центр найбільшого розмаїття роду знаходиться в Східній Азії.

Sorbus aucuparia L. поширена в Сибіру, на Далекому Сході, в Європі, Монголії, Китаї, Кореї, Японії та Малій Азії. Це дерево або чагарник висотою до 20 м з діаметром стовбура до 40 см та овальною кроною. Листя довгасто-еліптичне, листочки супротивні, часто асиметричні, з розгалуженими зубцями. Суцвіття — складний щиток, дуже багатоквітковий, а плоди — маленькі, яскраво-червоного або оранжево-жовтого кольору.

Форма крони у горобини звичайної змінюється з віком: у молодому віці вона вузькопірамідальна або пірамідальна, а з часом стає широкопірамідальною чи розлогою. Також зустрічаються куцоподібні, плакучі та сланкі форми (Петров, 1957; Бережна, 1985; Кур'янов, 1986).

Коренева система горобини добре розвинена і переважно розташована в верхніх шарах ґрунту. У молодих рослин у перші роки можна спостерігати стрижневий корінь, але з часом він втрачається на фоні розвитку численних бічних коренів. У дорослих рослин основна частина кореневої системи знаходиться в верхньому ґрунтовому шарі (Кур'янов, 1986). Представники роду Горобина є цінними плодовими, лікарськими, декоративними (рис. 1., рис. 2.), лісомеліоративними, медоносними і технічними рослинами.



Рис.1. Загальний вигляд декоративних форм горобини

Плоди горобини використовуються як у свіжому, так і в переробленому вигляді. Вони входять до складу лікарських зборів, а також використовуються для приготування варення, повидла, мармеладу, начинок і концентратів у

харчовій промисловості. Крім того, плоди горобини застосовуються в лікеро-горілчаному виробництві, а також для приготування квасу, оцту та сиропів (Петрова, 1982). У медицині плоди горобини мають сечогінну, кровоспинну, протидизентерійну та протицингову дію (Петров, 1957; Петрова, 1982).



Рис.2. Декоративна форма рослини

Хімічний склад плодів горобини звичайної досліджували багато авторів, і він виявився надзвичайно багатим на біологічно активні речовини. У плодах містяться різноманітні цукри (глюкоза, фруктоза, сахароза, сорбоза), сорбіт, органічні кислоти (сорбінова, парасорбінова, яблучна, лимонна, бурштинова, винна, хінна, оксикоричні), вітаміни (С, Р, К1, Е, В, зокрема В2 та В9), провітамін А, пектини, незамінні амінокислоти, таніни, амігдалин, а також мікро- і макроелементи (Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Cr, Co, Mo, Ca, K, P, I) та інші корисні сполуки (Петров, 1957; Федоров, 1964; Кур'янов, 1967; Ханіна,

Поплавська, 1984, 1986; Кольцова, Кожевников, 1997; Кочегарова, 1989, 2001; Поплавська, 1997; Gorbunov et al., 2000b).

За вмістом цукрів (4,3–16,0%) деякі сорти горобини можуть конкурувати з популярними плодовими культурами, такими як яблуня (Антонівка, Боровинка), груша (Тонковетка), малина та смородина. Кислотність плодів варіює від 0,5 до 3,3% за вмістом яблучної кислоти. Плоди горобини містять велику кількість аскорбінової кислоти (17,1-270,0 мг%), що перевищує рівень у плодів культур, таких як яблуня, груша, вишня, малина. Вміст каротину в плодах горобини вдвічі більший, ніж у моркві. Також, горобина має високий вміст Р-активних речовин (131,0–2065,0 мг%), що ставить її на перші місця серед плодів рослин. Завдяки високому вмісту сорбіту (до 10%), плоди горобини є цінною сировиною для дієтичних продуктів (Бахтеев, 1970; Петров, 1957; Кочегарова, 2001; Ханіна, Поплавська, 1984, 1986; Кольцова, Кожевников, 1997).

Парасорбінова і сорбінова кислоти, що містяться в плодах горобини, мають антибактеріальну дію завдяки здатності гальмувати ріст мікроорганізмів, тому ці речовини часто використовуються як консерванти в харчовій промисловості (Hegnauer, 1973).

Квіти горобини містять нектар (до 0,022 мг на квітку) і пилок, а горобиновий мед має характерне червоне забарвлення і сильний аромат (Петрова, 1982).

Деревина горобини звичайної є цінним матеріалом для столярних робіт. Вона важка, пружна, тверда і має красивий червоний колір. Ця деревина добре полірується і використовується для виготовлення меблів, музичних інструментів та інших виробів (Петрова, 1982).

Горобина також має значення в ландшафтному дизайні, де її використовують для створення лісозахисних смуг і зміцнення берегів водойм. Вона ефективна як у одиничних, так і в групових, алейних і лінійних посадках у міських умовах (Петрова, 1982).

У селекції горобина представляє великий інтерес як плодові культури. Вона невибаглива, врожайна, стійка до багатьох хвороб і шкідників, а також здатна утворювати міжвидові та міжродові гібриди. Однак, попри наявність кількох десятків великоплідних сортів, горобина досі залишається нетрадиційною культурою. Ймовірно, це пов'язано з тим, що її селекцією почали займатися порівняно недавно і в обмежених масштабах (Петров, 1957; Кур'янов, 1986; Поплавська, 1997, 2006).

1.2. Розмноження горобини

Порівняльне вивчення здатності видів і сортів горобини до розмноження зеленими живцями проводили кілька авторів, зокрема Петрова, Хромова (1983), Петрова, Бородіна (1992), Удачина, Горбунов (1993). Вони встановили, що види з секції ****Sorbus**** мають кращу здатність до вкорінення, хоча живці з верхівковою брунькою вкорінюються гірше, ніж ті, що взяті з середньої частини пагона. Збереження живців варіює залежно від виду та сорту рослини.

За результатами досліджень І.П. Петрової та колег (Петрова, Хромова, 1983; Петрова, Бородіна, 1992), зелені живці горобини звичайної при використанні стимуляторів коренеутворення укорінювались до 68%. Найвищий відсоток укорінення мали сорти: ****Гранатна**** (84%), а найменший — ****Десертна Мічуріна**** (27%). У дослідях Б.Н. Воробйова (1998) сорти ****Гранатна****, ****Титан****, ****Рубінова**** добре розмножувались зеленими живцями, в той час як сорт ****Красуня**** мав погану здатність до укорінення. Є.Г. Удачина і Ю.Н. Горбунов (1993) також встановили, що сорти горобини мають значні відмінності у здатності до ризогенезу: для сорту ****Бурка**** укорінення складало 82%, а для інших — середній відсоток залежав від умов та стимуляторів.

За даними А.М. Канунникова (2005), вкорінення і розвиток саджанців також залежать від походження сорту. Зеленими живцями добре розмножуються сорти ****Червона велика****, ****Титан****, ****Гранатна****, в той час як ****Десертна Мічуріна**** укорінюється гірше. Для сорту, що важко

вкорінюється, Канунников рекомендує метод щеплення живців горобини на живці аронії з подальшим укоріненням звичайним методом.

Дослідження О.В. Hansen (1990) показали високий відсоток вкорінення зелених живців, узятих з 2-3-річних сіянців горобини: верхівкові живці довжиною 8-16 см вкорінювались на 96%, а базальні — на 62%. Для поліпшення укорінення деякі автори радять замочувати живці в розчинах стимуляторів ІМК або ІУК. Т.В. Хромова та І.П. Петрова (1988) рекомендують оптимальну концентрацію ІМК — 200 мг/л для більшості видів горобини. І.М. Петров (1957) зазначає, що ефективними для стимулювання укорінення є концентрації: ІУК — 500 мг/л, ІМК — 50 мг/л, 2,4-Д — 25 мг/л при експозиції 6-12 годин.

Мікроклональне розмноження горобини залишається мало вивченим. В літературі зустрічаються поодинокі роботи, де обговорюються загальні питання, а також деякі дослідження італійських науковців, що зосереджені на мікроклональному розмноженні ***S. domestica*** (1, 12).

При розмноженні ***S. domestica*** однією з основних проблем є стерилізація матеріалу, оскільки сильне опушення пагонів цієї рослини ускладнює процес. Для ефективної стерилізації необхідно детально вивчити реагенти, їх концентрації та час експозиції (5).

Деякі дослідники зазначають, що найвищий коефіцієнт розмноження досягається при одночасному використанні ауксинів і цитокінінів. Найкращим матеріалом для ініціації культури є бруньки та зелені пагони (4, 11).

Вчені Марчук О.О. та Кирилюк В.І. виявили, що комбінація ауксинів і кінетину під час ініціації культури сприяє прискоренню розвитку експлантів і дозволяє отримати більший ріст пагонів за короткий проміжок часу. Однак, це припущення потребує подальших досліджень для підтвердження (3, 6).

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика рослин роду Горобина

Рід *Sorbus* є одним з найбільш примітивних серед родів підродини *Pomoidea*. За специфічною будовою листя цей рід поділяється на два підроди. Види з непарноперистими листками віднесено до підроду *Eusorbus* Kom., або справжніх горобин. До цього підроду належать такі види, як:

- S. aucuparia* L. — горобина птахо приваблива,
- S. avium* — горобина пташина,
- S. domestica* — горобина великоплідна, або домашня, садова,
- S. chamaemesfilus* (L.) — горобина приземиста,
- S. sambucifolia* Roem. — горобина бузинолиста,
- S. sibirica* Hedl. — горобина сибірська,
- S. amurensis* Koehne — горобина амурська [19, 63].

Види горобини з простими цільнокрійними та малорозсіченими листками відносяться до підроду ****Hannia Medic.****. Серед них такі види, як:

- S. aria* (L.) Glantz — горобина арія або круглолиста,
- S. torminalis* L. Cr. — горобина глоговина або берека,
- S. caucasica* Zinserl. — горобина кавказька.

Горобина — це невисоке дерево або кущ висотою 4–15 м, зі стовбуром, який іноді досягає діаметра 30–40 см. Кора стовбура має брунатно-сірий колір, на молодих пагонах — світло-сіра або сірувато-біла. Листки горобини складні, непарноперисті, завдовжки 10–20 см [23, 50]. Окремі листочки складного листка довгі, ланцетні, з пилчастими краями, довжиною 3–5 см.

Суцвіття горобини має вигляд щитка, діаметром 5–10 см. Квітки суцвіття білі, 6–15 мм в діаметрі. Плоди горобини, переважно, мають кулясту форму, іноді яблукоподібну, до 1,5 см в діаметрі, з масою 0,5–0,6 г. Плоди яскраво-червоного кольору (Рис. 3).



**Рис.3. Ботанічний поліморфізм соматичних та генеративних тканин
горобини**

Плоди деяких сортів горобини можуть бути оранжевими або жовтуватими, з гірким або терпким смаком. Дозрівання плодів залежить від географічного поширення, зазвичай відбувається у першій половині вересня, іноді до жовтня, а в окремих випадках навіть в листопаді. У посушливі роки плоди можуть дозрівати раніше зазначених термінів [29, 51].

Горобина є багаторічною рослиною, і її вік може досягати 100–150 років, а інколи навіть 200 років [19].

2.2. Особливості досліджуваних генотипів горобини

Бурка — сорт горобини, отриманий І.В. Мічурінім шляхом схрещування сорбаронії альпійської з горобиною звичайною. Рослини цього сорту відзначаються високою зимостійкістю, компактністю та винятковою скороплідністю [20]. Плодові бруньки часто закладаються вже в розпліднику, що сприяє ранньому плодоношенню. Врожайність сорту є рясною та щорічною — з одного дорослого куща можна зібрати до 40-50 кг плодів.

Плоди горобини Бурка мають червонувато-бурий колір, з щільною темно-забарвленою м'якоттю. Вони солодкуваті, але з добре вираженою гіркотою і терпкістю, мають посередній смак. Плоди добре зберігаються протягом 3–5 місяців і в основному використовуються для технологічної переробки [24, 29] (Рис. 4).



Рис. 4. Сорт Бурка

Горобина звичайна — це невисоке дерево або чагарник родини Rosaceae, який може досягати висоти 15–20 м. Рослина має різноманітні форми листя і виглядає особливо декоративно восени, коли її крони прикрашені яскравими плодами, а листя набуває яскравих кольорів. Молоді гілочки горобини сірувато-червоні, опушені, з великими пухнастими бруньками. Листки рослини чергові, непарно перисті, завдовжки 10–20 см, складаються з 9–15 ланцетних або довгастих, загострених, зубчастих по краю листочків.

Квітки горобини численні, зібрані в складні щитоподібні суцвіття, всі частини яких опушені. Квітколоже має урноподібну форму і може бути шерстисто-повстистим або голим. Чашечка складається з п'яти широко трикутних війчастих чашолистків. Віночок білий, діаметром 0,8–1,5 см, складається з п'яти пелюсток, багатьох тичинок та однієї маточки з трьома стовпчиками; зав'язь нижня.

Плоди горобини яблукоподібні, кулясті, з діаметром 0,7–1,5 см, з дрібними округлими насінням. Вони яскраво-червоні або червоно-оранжеві, в зрілому стані м'які, гіркувато-кислі, терпкі на смак. Горобина звичайна має високу стійкість до морозів [34] (Рис. 5).



Рис.5. Горобина звичайна

Горобина домашня — це повільно ростуче дерево, яке досягає висоти 10–15 м, з широкою, круглою кроною. Листя чергується, перисте, з верхньою стороною матово-зеленого кольору, трохи повстяно-опушене, а восени набуває жовтих або жовто-оранжевих відтінків [36, 59]. Молоді гілки спочатку сіро-повстяні, з часом стають голими, червоно-коричневими.

Плоди горобини домашньої мають масу до 20–30 г, містять 12–14 % цукрів і до 0,85 % кислот. Хоча вони їстівні, зазвичай використовуються для переробки. В природних умовах цей вид росте в Малій Азії, Середземномор'ї, Україні (Крим) та на Кавказі [37, 62] (Рис. 6).



Рис.6. Горобина домашня

РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Клімат Черкаської області помірно-континентальний. Середня температура повітря в січні та лютому варіюється від -4°C на заході до -8°C на сході. Характерні досить тривалі інтенсивні відлиги. Літо в цій місцевості зазвичай відзначається високими сталими температурами. Опади в області розподіляються нерівномірно, і Черкаська область відноситься до підзони нестійкого зволоження. Кожен третій рік у цій підзоні може бути посушливим.

Основні ґрунтоутворювальні породи Черкаської області — це леси та лесоподібні суглинки, які містять від 7–8 до 20–25 % карбонатів. Незважаючи на різну гранулометричну будову, ці ґрунти мають пухкий, пористий склад, з густою мережею тонких капілярів, у яких добре утримується вода, а в більш крупних порах — повітря. Вміст гумусу в орному шарі ґрунтів складає 2,7–3,8 %, рН сольової витяжки — 6,0, сума ввібраних основ — 21,3 мг-екв на 100 г ґрунту. Вміст легко гідролізованого азоту за Корнфілдом становить 8,9 мг на 100 г ґрунту, а рухомих сполук фосфору й калію за методом Чирикова — відповідно 10,8–12,5 та 14,3–16,4 мг на 100 г ґрунту.

Територія Черкаської області в цілому рівнинна, з широко хвилястим рельєфом. Вододіли мають вигляд плато, а схили сильно порізані ярами та балками.

Щорічне деревне опадання листя сприяє збагаченню ґрунтів основами — до 250 кг/га, що значно більше, ніж у хвойних лісах, де цей показник становить лише 10–45 кг/га. Це збагачення основами нейтралізує розчинні кислоти, які утворюються в результаті розкладу органічних решток деревних рослин. Внаслідок цього підзолистий процес під широколистяними лісами на карбонатних материнських породах не розвивається, оскільки карбонати кальцію та інші основи ефективно нейтралізують ці кислоти. На

безкарбонатних материнських породах умови для розвитку широколистяних лісів менш сприятливі.

За даними місцевої метеостанції в м. Умань, клімат Черкаської області характеризується помірно-холодною зимою та помірно-теплою весною. Літо іноді супроводжується посушливими вегетаційними періодами, а осінь — помірно теплою.

У 2024 році вологість повітря у квітні 66 % значно поступалась середньо багаторічній, яка становила 79 %, також низькими показниками, у порівнянні з середньо багаторічним значенням, характеризується серпень — 62 %. Хоча на 2024 р середня вологість повітря становила 89 % (таблиця 1).

Таблиця 1

Вологість повітря за 2022–2024 рр., % (за даними метеостанції Умань)

Місяць	Рік		
	2022 (середня за місяць)	2024 (середня за місяць)	Середня багаторічна
Січень	87	91	76
Лютий	88	77	
Березень	79	69	
Квітень	66	58	
Травень	71	66	
Червень	71	70	
Липень	72	72	
Серпень	62	70	
Вересень	71	71	
Жовтень	79	79	
Листопад	82	79	
Грудень	88	88	
Середня за рік	89	74	

2025 рік характеризується низькою вологістю повітря (74%) у порівнянні з 2024 роком та середнім багаторічним показником. Найнижча вологість спостерігається у квітні — всього 58%. Проте за період вегетації

найбільша вологість припадає на липень — 72%, що дещо менше за середньорічне значення.

Згідно з даними таблиці 2, сума опадів за 2024 рік становила 756,7 мм. У квітні було відзначено незначний дефіцит вологи — 43,3 мм. У червні, навпаки, кількість опадів була надмірною — 139,3 мм, що могло призвести до затоплення або погіршення умов для деяких культур. Критичним для вегетаційного періоду був серпень, коли сума опадів становила лише 36,4 мм, що значно нижче середнього значення і може спричинити посуху або дефіцит вологи в ґрунті.

Ці показники вказують на нерівномірний розподіл опадів і потенційні проблеми для аграрних культур у певні періоди року, особливо у серпні, коли волога критично важлива для завершення вегетаційного циклу.

Таблиця 2

Сума опадів за 2024–2025 рр., мм (за даними метеостанції Умань)

Місяць	Рік		
	2024 (середня за місяць)	2025 (середня за місяць)	Середня багаторічна
Січень	108,6	28,8	633,1
Лютий	60,2	18,7	
Березень	38,2	3,7	
Квітень	43,3	25,2	
Травень	52,6	68,5	
Червень	139,3	129,2	
Липень	59,1	150,7	
Серпень	36,4	50,4	
Вересень	73,4	12,4	
Жовтень	29,3	71,6	
Листопад	53,9	2,2	
Грудень	62,4	31,8	
Середня за рік	756,7	593,2	

У 2025 році середня сума опадів склала 593,2 мм, що на 28,9 мм менше від середнього багаторічного показника (622,1 мм). Відзначено значний дефіцит вологи в квітні — 25,2 мм, що може вплинути на розвиток рослин в цей період, особливо для ранніх культур. Однак у липні була зафіксована надмірна кількість опадів — 150,7 мм, що, з одного боку, може покращити умови для активного росту рослин, але з іншого — може призвести до затоплення або погіршення аерації ґрунту.

2024 рік показав підвищену температуру на 1,2% порівняно з середнім багаторічним рівнем (таблиця 3).

Таблиця 3

Середня температура повітря 2024–2025 рр., °C

Місяць	Рік		Середня багаторічна
	2024 (середня за місяць)	2025 (середня за місяць)	
Січень	–7,8	–3,1	7,4
Лютий	–3,0	–5,2	
Березень	0,7	1,4	
Квітень	9,3	9,5	
Травень	16,4	15,7	
Червень	20,6	19,7	
Липень	23,0	21,7	
Серпень	23,6	18,9	
Вересень	14,5	15,0	
Жовтень	5,9	7,0	
Листопад	8,8	1,8	
Грудень	–3,8	1,9	
Середня за рік	9,0	8,8	

Особливо помітне підвищення температури було в червні, липні та серпні, де середня температура в ці місяці становила 22,4 °C, що значно вище за середньо-багаторічну (8,9 °C). Це свідчить про відчутне потепління протягом літа 2024 року, що могло мати як позитивний, так і негативний вплив на аграрні

культури. Зокрема, підвищена температура в середині літа може сприяти прискореному розвитку рослин, але також посилити потребу в воді, що в умовах дефіциту опадів може призвести до стресу для рослин.

Загалом, аналіз цих даних вказує на те, що 2024 рік був теплішим і з нерівномірним розподілом опадів, що потребує особливої уваги при плануванні агротехнічних заходів на наступні роки.

Згідно з наведеними даними, середня температура повітря за 2024 рік (8,8 °C) майже дорівнювала середньобогаторічному значенню (8,9 °C), що свідчить про стабільність кліматичних умов протягом цього року. Вегетаційний період, зокрема квітень, характеризувався температурою 8,9 °C, що є близьким до середнього багаторічного показника. Найвища температура була зафіксована у липні — 21,7 °C, що є високим значенням для цього місяця і, ймовірно, вплинуло на швидкість розвитку рослин.

Однак, якщо порівняти температурні умови за всі роки дослідження, можна сказати, що температура повітря в цілому дорівнювала середньобогаторічним показникам, що не призводить до значних відхилень у процесах росту та розвитку культур. Тим не менш, погодні умови (як температура, так і розподіл опадів) не були вкрай сприятливими для рослин. Це, ймовірно, пояснюється дефіцитом вологи, що спостерігався у квітні 2025 року, а також періодами надмірних опадів у липні 2024 року, що може призводити до гідрологічного стресу для рослин, порушуючи нормальний розвиток кореневої системи.

Отже, з урахуванням погодних умов можна зробити висновок, що для оптимального росту і розвитку культури необхідно враховувати ці фактори і вжити відповідних заходів для компенсації недостачі вологи або уникнення затоплення в критичні періоди.

3.2. Лабораторні умови

Досліди, проведені на базі Національного дендрологічного парку "Софіївка" НДІ НАН України та Уманського національного університету садівництва, дозволяють оцінити ефективність культивування рослин в умовах культури тканин. Використання культуральної кімнати з контролем температури (25 ± 1 °C), відносної вологості (70–75 %) і фотоперіоду (16 годин) сприяє створенню оптимальних умов для росту та розвитку експлантів.

Використання модифікованого живильного середовища Мурасіге–Скуга дозволяє забезпечити рослини необхідними поживними речовинами, а додавання вітамінів групи В, РР та С в різних концентраціях сприяє покращенню розвитку культур. Сахароза як джерело енергії в концентрації 30 г/л є стандартним компонентом для підтримки метаболічних процесів у клітинах.

Ці умови є важливими для отримання високої ефективності укорінення та росту рослин в культурі тканин, що дає можливість провести дослідження щодо покращення розмноження горобини, особливо її сортів, які мають різні характеристики вкорінення.

3.3. Схема досліду

Дослідження впливу дати поранення на інтенсивність неморфогенного калюсогенезу у плодових та декоративних форм представників роду *Sorbus* *in vivo* охоплює три варіанти з різними датами поранення, що припадають на кожну декаду, починаючи з першої декади квітня до другої декади жовтня.

Ефективність різних стерилізаторів при різних експозиціях стерилізації експлантів представників роду *Sorbus* при введенні в культуру *in vitro* включатиме по 6 варіантів для кожного генотипу: сулема (HgCl_2) — 0,1 % — 3 хв; сулема (HgCl_2) — 0,1 % — 5 хв; сулема (HgCl_2) — 0,1 % — 7 хв; нітрат срібла (AgNO_3) — 1,0 % — 3 хв; нітрат срібла (AgNO_3) — 1,0 % — 5 хв; нітрат срібла (AgNO_3) — 1,0 %, 7 хв.

Для збільшення коефіцієнта розмноження використовуватиметься середовища Мурасіге-Скуга з різною модифікацією аксинів і цитокінінів: БАП — 2 мг/л; БАП — 1 мг/л; БАП+ІМК — 0,8+0,3 мг/л; БАП+ІОК — 1+0,1 мг/л.

Для встановлення оптимальної концентрації гормонів для стимуляції ризогенезу включатиме 4 варіанта: ІМК — 0,5 мг/л; НОК — 0,9 мг/л; ІОК+НОК — 0,5+1,0 мг/л; ІОК — 0,5 мг/л.

Умови для адаптації рослин-регенерантів включатимуть 2 варіанти:

- адаптація пробірочних рослин;
- проміжне укорінення рослин при використанні фітотронів.

Перший спосіб передбачає використання адаптаційних кімнат, оснащених по типу культуральних приміщень, де поступово оптимальні умови вирощування рослин підводяться до природних умов куди буде пересаджуватися матеріал.

Рослини після адаптації з пробірок будуть переноситися безпосередньо в ґрунтові умови під плівку.

Спосіб проміжного укорінення передбачає перенесення пробірочних рослин в ящики чи горщечки та культивування матеріалу в тепличному комплексі з контрольованими параметрами мікроклімату.

Температура в фітотроні має бути в межах 20-25°C, вологість 70-80 %, тривалість світлового періоду не менше 10 годин на добу.

Рослини в субстрат висаджуються вручну. В субстраті роблять невелике заглиблення, розміщують в ньому вертикально коріння і старанно ущільнюють субстрат навколо рослини, поливають, накривають плівкою чи склом.

Через 7-10 днів, коли рослини приживуться і почнуть рости, необхідно провести їх загартування. Спочатку знімають плівку (скло) на 10-15 хвилин, потім час загартування доводять до 1-2 годин. Після 3-4 днів плівку можна зняти зовсім.

Через 30–50 днів рослини-регенеранти можна висаджувати в поле.

3.4. Методика проведення досліджень

У дослідженнях використовували методику, розроблену О.А. Опалко (2002). Для вивчення динаміки регенераційного потенціалу видів горобини на однорічних пагонах (приростах минулого року) проводили надрізи спеціальним різцем. Цей різець виготовляли із сталеві трубки діаметром 3,0 мм, заточивши один її кінець та прикріпивши дерев'яну ручку до іншого кінця. Операція полягала у вирізанні ділянки периферійних тканин разом з камбіальним шаром так, щоб утворювалася ранка довжиною 10–12 мм та шириною 1,5 мм. Для захисту місця поранення від висихання, інфекцій та інших несприятливих впливів середовища, рану закривали прозорим шматочком липкої плівки (скотч). Спостереження за калюсогенезом здійснювали за допомогою лупи, а інтенсивність процесу оцінювали за 9-бальною шкалою. При цьому, якщо формування калюсу не відбувалося або його площа не перевищувала 5 % ранки, об'єкт отримував 1 бал, а за площу калюсу 85,5–100 % присвоювали 9 балів. [44].

Коефіцієнт регенерації відображає посттравматичний потенціал регенерації досліджуваних видів, визначаючи швидкість загоювання ран та інтенсивність калюсогенезу.

При розробці технології *in vitro* у своїх дослідженнях застосовували методику Л.О. Рябовол з мікроклонального розмноження рослин. Експланти були обрані відповідно до вимог цієї методики. Перед початком культивування експланти стерилізували для усунення вірусів та бактерій з їх поверхні. Для стерилізації вибирали стерилізатор, концентрацію та експозицію, що відповідали характеристикам конкретного експланта та стерилізуючої культури [39].

Основною умовою для отримання максимальної кількості рослинного матеріалу в культурі є правильний підбір складу, концентрацій та співвідношень компонентів живильного середовища.

Простерилізовані експланти промивали дистильованою водою і висаджували на модифіковані середовища Мурасіге-Скуга з додаванням

вітамінів В1, В6, РР, С в різних концентраціях. Як джерело енергії використовували сахарозу в кількості 30 г/л.

Через 5–10 днів визначали ефективність стерилізації, тобто відсоток стерильних та інфікованих експлантів по варіантах. Також визначали ефективність введення в культуру після висаджування на живильне середовище за кількістю експлантів, у яких спостерігали розвиток макроструктур, від кількості стерильних експлантів [27].

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Регенерація і калусоутворення в природних умовах

При вирощуванні плодових, декоративних та лікарських рослин їхній ріст і розвиток постійно супроводжуються різними видами травм. Це можуть бути як природні травми, спричинені вітром, морозами, сонячними опіками тощо, так і штучні пошкодження. Будь-які рани, незалежно від їхнього походження, погіршують загальний стан рослини. Через пошкоджені ділянки в організм рослини можуть проникати патогенні мікроорганізми, тому швидкість загоєння та якість процесу мають велике значення для її здоров'я та життєздатності.



Рис. 7. Калусоутворення у представників роду *Sorbus*

Здатність рослини загоювати рани, що виникають при травмуванні її органів, називають регенераційним потенціалом. Цей потенціал оцінюється за допомогою регенераційного коефіцієнта, який вимірюється в одиницях [43].

Таблиця 4

Регенераційний коефіцієнт рослин роду *S. Domestica* L.

Дата порізу	2024 р.	2025 р.
8.04	1,17	0,00
18.04	1,44	0,00
28.04	2,02	0,48
5.05	2,61	1,35
15.05	3,37	2,65
31.05	1,35	2,65
3.06	1,50	1,88
14.06	2,31	0,97
24.06	1,50	1,24
1.07	1,80	1,15
13.07	1,92	1,48
23.07	2,53	2,01
2.08	1,52	1,64
11.08	1,73	1,21
25.08	1,40	1,00
3.09	0,25	1,00
13.09	0,01	0,65
23.09	0,00	0,04
5.10	0,00	0,00
15.10	0,00	0,00
Середнє	1,49	1,33
<i>НІР</i>		

За даними таблиці 4, спостерігаються три хвилі регенераційного відновлення у горобини домашньої. Пік регенераційного відновлення припадає на другу декаду травня 2024 року, коли показник досягає 3,37 о.р.к., після чого він знижується. Друга хвиля регенерації припадає на другу декаду червня, і її показник становить 2,31 о.р.к. Третю хвилю спостерігаємо в третій декаді липня з показником 2,53 о.р.к., після чого показники знову знижуються. У 2025 році перша хвиля регенераційної здатності спостерігається на другу-третю

декаду травня з показником 2,65 о.р.к. Друга хвиля припадає на другу декаду липня з показником 2,01 о.р.к., після чого регенераційні показники починають зменшуватися.

У горобини звичайної (таблиця 5) у 2024 році перша хвиля регенераційної здатності спостерігається в третій декаді квітня з показником 4,76 о.р.к., а друга хвиля на другу декаду липня, коли показник становить 4,26 о.р.к. Після цього показники зменшуються. У 2025 році, порівняно з 2024 роком, спостерігається деяке зниження показників. Найбільший коефіцієнт регенерації у 2025 році зафіксовано на другу декаду травня, і він становить 3,55 о.р.к.

Таблиця 5

Регенераційний коефіцієнт рослин роду *S. aucuparia* L.

Дата порізу	2024 р.	2025 р.
8.04	1,88	0,00
18.04	2,61	0,54
28.04	4,05	1,15
5.05	3,24	2,68
15.05	3,37	3,55
31.05	4,76	3,25
3.06	4,26	3,00
14.06	3,24	2,55
24.06	2,70	2,18
1.07	3,00	2,20
13.07	4,26	3,11
23.07	3,11	3,00
2.08	2,70	2,60
11.08	2,79	2,60
25.08	2,31	2,00
3.09	2,53	1,23
13.09	0,48	1,10
23.09	0,03	0,65
5.10	0,00	0,00
15.10	0,00	0,00
Середнє	2,70	2,19
<i>НІР</i>		

Найкращий показник регенераційної здатності серед досліджуваних був зафіксований у гібрида Бурка (таблиця 6). У 2024 році перша хвиля регенерації спостерігалася наприкінці другої декади квітня, коли показник становив 3,37 о.р.к. Друга хвиля припала на третю декаду травня, і показник досягнув 3,85 о.р.к. Пік регенераційної здатності був зафіксований на початку серпня, коли показник досяг 4,76 о.р.к.

У 2025 році першу хвилю регенерації спостерігали в третій декаді травня, коли показник досягнув 5,02 о.р.к. Далі регенераційні показники почали зменшуватися. Наступний високий показник був зафіксований у другій декаді липня, де він становив 4,55 о.р.к., після чого показники знову знизилися.

Таблиця 6

Регенераційний коефіцієнт рослин сорту Бурка

Дата порізу	2024 р.	2025 р.
8.04	1,88	0,00
18.04	3,37	1,45
28.04	3,24	2,05
5.05	2,79	3,90
15.05	3,52	5,00
31.05	3,85	5,02
3.06	3,68	4,35
14.06	3,11	3,65
24.06	3,24	3,65
1.07	3,37	3,91
13.07	3,37	4,35
23.07	4,05	4,55
2.08	4,76	4,00
11.08	3,37	4,12
25.08	3,37	3,24
3.09	3,37	3,00
13.09	2,13	2,22
23.09	1,13	1,33
5.10	0,06	0,02
15.10	0,00	0,00
Середнє	3,03	3,32
<i>НІР</i>		

За роки досліджень можна з упевненістю стверджувати, що найкраща здатність до регенерації виявилася у сорту Бурка. Середні показники регенерації для цього сорту становили 3,03 о.р.к. у 2024 році та 3,32 о.р.к. у 2025 році. У той же час, у сорту **S. ausciparia** показники були дещо нижчими: у 2024 році регенераційний коефіцієнт складав 2,70 о.р.к., а в 2025 році — 2,19 о.р.к.

Найнижчі показники регенерації спостерігалися у зразка **S. domestica**: у 2024 році регенераційний коефіцієнт становив 1,49 о.р.к., а в 2025 році показники ще знизилися до 1,33 о.р.к.

4.2. Мікроклональне розмноження генотипів горобини

Метод мікророзмноження рослин у культурі *in vitro* є основним у сучасній науці та практиці в багатьох країнах світу. Він базується на здатності рослинних тканин регенерувати і відновлюватися на живильних середовищах в асептичних умовах за допомогою регуляторів росту, що сприяють розвитку калюсу, пагонів та рослин. Етапи мікроклонального розмноження включають використання стандартного обладнання та хімічних препаратів, проведення наукових досліджень протягом року, незалежно від погодних умов, і займають мінімальні площі.

Крім того, рослинний матеріал є зручним об'єктом для вивчення клітинної диференціації, морфогенезу, ризогенезу, ембріогенезу, біології розвитку та відновлення рослин. Методи біотехнології дають змогу швидко розмножити експланти, підвищити коефіцієнт їх розмноження та отримати в достатній кількості генетично ідентичний садивний матеріал [54].

4.2.1. Стерилізація рослинного матеріалу і введення в культуру

Паралельно з визначенням регенераційного потенціалу *in vivo* досліджувалися регенераційні процеси видів горобини *in vitro* (Рис. 8). Після того як були зроблені порізи на однорічних приростах минулого року, у

максимально короткий термін, з різницею в кілька днів від дати порізу, вводили в культуру *in vitro* мікроживці досліджуваних рослин.



Рис.8. Розвиток вегетативної бруньки культуру *in vitro*

Для вивільнення досліджуваного матеріалу від мікроорганізмів та бактерій, що знаходяться на поверхні рослинного матеріалу, застосовували стерилізуючі речовини — 0,1%-й водний розчин дихлориду ртуті (HgCl_2) та 1%-й розчин нітрату срібла (AgNO_3). За результатами досліджень (таблиця 7), найвищий показник стерилізації було відзначено при обробці мікроживців розчином сулеми.

Таблиця 7

Стерилізація експлантів рослин роду *Sorbus* L.

Вид, сорт	Стерилізатор і концентрація	Експозиція, хв	Життєздатність експлантів		Ефективність стерилізації	
			%	шт.	%	шт.
<i>S. aucuparia</i>	Сулема ($HgCl_2$), 0,1 %	3	9	4	12	5
		5	17	7	23	10
		7	15	6	19	8
	Нітрат срібла ($AgNO_3$), 1,0 %	3	0	0	0	0
		5	12	5	19	8
		7	0	0	0	0
<i>S. domestica</i>	Сулема ($HgCl_2$), 0,1 %	3	5	2	9	4
		5	9	4	11	4
		7	7	3	9	4
	Нітрат срібла ($AgNO_3$), 1,0 %	3	0	0	0	0
		5	0	0	0	0
		7	0	0	0	0
Бурка	Сулема ($HgCl_2$), 0,1 %	3	19	8	17	7
		5	36	16	45	20
		7	21	9	27	12
	Нітрат срібла ($AgNO_3$), 1,0 %	3	0	0	0	0
		5	17	7	28	12
		7	12	5	18	8

Вихід стерильних експлантів у варіанті з сулемою при експозиціях 3, 5 та 7 хвилин склав для **S. aucuparia* L.* відповідно 12%, 23% та 19% стерильних експлантів, а життєздатних — 9%, 17% та 15%. При обробці мікроживців нітратом срібла показники стерилізації були меншими на 9%, 5% та 15%, а життєздатних — на 12%, 4% та 19% відповідно.

Менші показники стерилізації спостерігалися у виду **S. domestica* L.* Стерилізація сулемою дала результати 9%, 11% та 9%, а життєздатних експлантів було також менше — 5%, 9% та 7%. Стерилізація нітратом срібла для цих зразків майже не дала результатів.

Гібрид Бурка показав найвищі результати стерилізації та життєздатності. Ці показники значно перевищували результати попередніх двох зразків. Стерилізація сулемою дала такі результати: 17%, 45% та 27% стерильних експлантів, а життєздатних — 19%, 36% та 21%. Стерилізація нітратом срібла не дала жодних результатів.

4.2.2. Розмноження горобини в культурі

Головною умовою отримання максимальної кількості рослинного матеріалу в культурі *in vitro* є правильний підбір складу, концентрацій та співвідношень компонентів живильного середовища.

Концентрація та співвідношення фітогормонів (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів) у живильному середовищі є визначальними для індукції морфогенезу. Тому середовище було модифіковано додаванням цитокініну — 6-бензиламінопурину (БАП) та ауксинів — індолілмасляної кислоти (ІМК) та індолілоцтової кислоти (ІОК).

Таблиця 8

Коефіцієнт розмноження в культурі представників роду *Sorbus*

Вид, сорт	Речовини регулятори росту		Коефіцієнт розмноження	Сумарна довжина пагонів, см.
	Гормон	Концентрація, мг/л		
<i>S. domestica</i>	БАП	2	1:14	2,0–2,5
	БАП	1	1:6	6,0
	БАП+ІМК	0,8+0,3	1	4,0–4,5
	БАП+ІОК	1+0,1	1	3,5–4,0
<i>S. aucuparia</i>	БАП	2	1:19	2,5–3,0
	БАП	1	1:8	7,5
	БАП+ІМК	0,8+0,3	1	4,5–5,5
	БАП+ІОК	1+0,1	1	4,0–5,0
<i>S. aucuparia</i> 'Бурка'	БАП	2	1:24	3,0–3,5
	БАП	1	1:12	8,0
	БАП+ІМК	0,8+0,3	1	5,0–6,0
	БАП+ІОК	1+0,1	1	4,0–4,5

Найкращим зразком для культивування виявився гібрид Бурка. Експланти цього зразка добре стерилізувалися та ефективно культивувалися на живильному середовищі, що дало досить високі результати порівняно з іншими зразками. Це стосувалося результатів морфогенезу, коефіцієнту розмноження (1:12 та 1:24) та висоти пагонів (від 3 до 8 см при різних концентраціях фітогормонів).

У *S. domestica** при культивуванні спостерігали меншу довжину пагонів (від 2 до 6 см при різних концентраціях фітогормонів) та менший коефіцієнт розмноження (1:14 та 1:6).

У *S. ausiparia** коефіцієнт розмноження становив 1:19 та 1:8, а висота пагонів — від 2,5 до 7 см при різних концентраціях фітогормонів (Рис. 9).



Рис. 9. Мікророзмноження *S. ausiparia* в культурі *in vitro*

4.2.3. Індукування кореневої системи *in vitro*

Особливої уваги потребує процес укорінення. Ризогенез пагонів горобини *in vitro* залежить від величини пагона, кількості пасажів та концентрації ауксинів у живильному середовищі. Для отримання повністю сформованих рослин з складу живильного середовища повністю виключали 6-БАП, оскільки цей цитокінін гальмує процеси укорінення, і додавали ауксини, зокрема індолілмасляну кислоту, індолілоцтову кислоту та нафтилоцтову кислоту.

Рослинні пагони, які виростили завдовжки 1,0–1,5 см, відділяли від рослини-донора і пересаджували на живильне середовище з різним вмістом ауксинів для стимулювання утворення коренів (Рис. 10).



Рис. 10. Коренеутворення рослин роду Горобина

В дослідженнях, що стосуються вивчення коренеутворення, використовували базове живильне середовище за прописом Мурасіге-Скуга з нашими модифікаціями. Склад живильних середовищ поєднував мікро- та макроеlementи, а також містив різні концентрації ауксинів: індолілмасляну кислоту (ІМК) в межах 0,3–0,5 мг/л, індолілоцтову кислоту (ІОК) — 0,1–0,5 мг/л, та нафтилоцтову кислоту (НОК) — 0,9–1 мг/л.

Таблиця 9

Укорінення рослин роду Горобина в культурі *in vitro*

Вид/Сорт	Речовини регулятори росту		Інтенсивність укорінення	
	РРР	концентрація, мг/л	%	шт.
<i>S. domestica</i>	ІМК	0,5	76	34
	НОК	0,9	54	24
	ІОК+НОК	0,5+1,0	57	25
	ІОК	0,5	14	6
<i>S. aucuparia</i>	ІМК	0,5	79	35
	НОК	0,9	60	27
	ІОК+НОК	0,5+1,0	64	29
	ІОК	0,5	19	8
<i>S. aucuparia</i> 'Бурка'	ІМК	0,5	84	37
	НОК	0,9	63	28
	ІОК+НОК	0,5+1,0	66	29
	ІОК	0,5	24	10

Дослідження показали, що найкращі результати коренеутворення спостерігали на живильному середовищі з додаванням ІМК у концентрації 0,5 мг/л, де коренеутворення становило: 76% для **S. domestica**, 79% для **S. aucuparia** та 84% для **S. aucuparia* 'Бурка'*.

Трохи нижчі показники були отримані на середовищі з ауксином НОК (0,9 мг/л): 62,5% для **S. domestica**, 54% для **S. aucuparia**, 60% для **S. aucuparia* 'Бурка'* та 63% відповідно.

На середовищі з поєднанням ІОК (0,5 мг/л) показники коренеутворення були такими: 57% для **S. domestica**, 64% для **S. aucuparia**, 66% для **S. aucuparia* 'Бурка'*.

Середовище з додаванням НОК (1,0 мг/л) показало наступні результати: 54% для *S. domestica*, 60% для *S. aucuparia*, 63% для *S. aucuparia* ‘Бурка’.

Найменш ефективним виявилось середовище з додаванням ІОК у концентрації 0,1 мг/л, де коренеутворення склало лише 14% для *S. domestica*, 19% для *S. aucuparia* та 24% для *S. aucuparia* ‘Бурка’.

Всі досліджувані варіанти живильних середовищ для коренеутворення експлантів горобини спостерігалися на 25–30 добу після посадки.

Найвищий показник довжини корінців (Рис. 11) був зафіксований у генотипу *S. domestica**, де довжина корінців досягала 12,5 см. Однак, при такому високому показнику довжини, кількість коренів була значно меншою — всього три корінці на одному експланті.

У *S. aucuparia* спостерігали дещо вищі показники: довжина корінців становила 10,7 см, а кількість утворених коренів була більша — сім корінців на одному експланті.

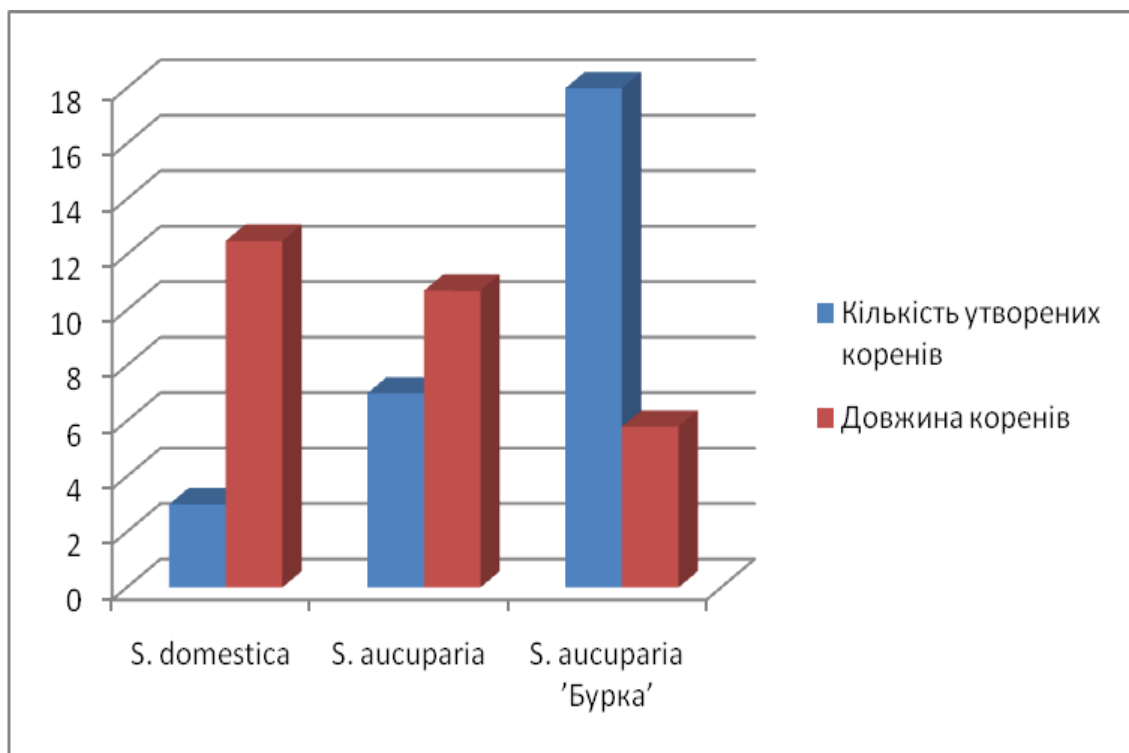


Рис. 11. Довжина та кількість корінців утворених в культурі

Найвищі показники з кількості утворених коренів спостерігалися у *S. Aucasaria* Бурка, і становили 18 шт на одній рослині, і найменша довжина, з усіх досліджуваних генотипів, — 5,8 см.

4.2.4. Дослідження умов адаптації після культури *in vitro*

Адаптація рослин — це процес їх пристосування до нових умов вирощування. Рослини, які успішно індукували кореневу систему і мали її добре розвиненою, переносили до останнього етапу мікророзмноження — адаптації до умов **ex vitro**. Мікроклони, що не утворювали кореневої системи, вибраковували з досліду, здійснюючи таким чином штучний добір здатних до вкорінення рослин у культурі *in vitro*.

Весь процес адаптації рослин, отриманих *in vitro*, до септичних умов супроводжувався певними втратами рослин, що були пов'язані з пересиханням листя та загниванням коренів. Такі явища спостерігались найчастіше в перші дні після перенесення вкорінених рослин у ґрунт. Щоб запобігти втратам, проводили поступове загартування рослин до нестачі вологи, різних температур, а також до впливу інших мікроорганізмів і грибів. В дослідженнях вивчали два варіанта адаптації рослин:

- в скляній теплиці, в якості субстрату використовували таблетки "Джіффі";
- в умовах адаптаційної кімнати лабораторії мікроклонального розмноження;

Рослини-регенеранти в таблетках переносили в скляний акваріум, який використовувався як адаптаційна теплиця. Другий варіант досліду передбачав перенесення пробірки з експлантом в адаптаційну кімнату.

Для подальшої адаптації рослин застосовували таку схему: спочатку протягом 3–5 днів створювали температуру повітря 24–27°C і вологість 80–85%; потім поступово знижували температуру до 20–24°C і вологість до 40–

45%. Ця схема мала забезпечити високий коефіцієнт виживання рослин в асептичних умовах, але спроба виявилася не вдалою. Рослини швидко гинули.

Однією з можливих причин загибелі можна вважати недостатнє утворення кореневих волосків на кореневій системі, що погіршує здатність рослин поглинати воду та поживні речовини з субстрату. Крім того, причиною невдачі міг бути порушений продиховий апарат рослин в культурі *in vitro*, що призводить до значної втрати води через недостатню транспірацію та погане регулювання водного балансу.

РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона праці — це комплекс заходів, що включають законодавчі акти, соціально-економічні, організаційно-технічні, лікувально-профілактичні заходи і засоби, що сприяють збереженню здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Основне завдання охорони праці — створення здорових і безпечних умов праці, які виключають виробничий травматизм і профзахворювання. Для цього використовуються різноманітні засоби, серед яких: забезпечення безпеки обладнання і технологічних процесів, механізація і автоматизація виробництва, а також ліквідація важкої фізичної праці.

Окрім цього, важливою частиною охорони праці є підвищення якості та ефективності засобів колективного і індивідуального захисту, що мають бути доступними у достатній кількості для задоволення потреб народного господарства. Охорона праці також займається вивченням причин нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробляє систему заходів для усунення цих причин.

Зв'язок охорони праці з охороною природи є особливо важливим, оскільки проблема створення здорових умов праці неможлива без розв'язання питань охорони навколишнього середовища. Завдання охорони праці вимагають використання досягнень і висновків багатьох наукових дисциплін, таких як медичні, біологічні, інженерні науки, а також ергономіка та інженерна психологія.

У сфері біотехнології та лабораторних умовах важливим аспектом є контроль за умовами праці, оскільки багато фізичних і хімічних факторів можуть негативно впливати на здоров'я людини. Наприклад, відхилення температури повітря на 1° знижує продуктивність праці на 1%, а постійний вплив шкідливих факторів може значно знижувати ефективність роботи.

У лабораторіях біотехнології, зокрема в культуральних кімнатах, де температура підтримується в межах 24-27°C, а вологість — 75-80%, часто

виникають проблеми, пов'язані з комфортом та безпекою працівників. Тому важливо враховувати всі деталі і створювати безпечні умови для роботи.

Ключові аспекти охорони праці в біотехнологічних лабораторіях:

1. Температурний і вологісний режим — у культуральних кімнатах підтримується температура 24-27°C і вологість 75-80%, що може бути шкідливим для здоров'я без відповідного контролю.

2. Ламінарні бокси та інші спеціалізовані установки — для роботи в ламінарних боксах допускаються тільки особи, які досягли 18 років, та пройшли відповідний інструктаж з охорони праці. Застосування ультрафіолетових ламп для стерилізації приміщень є важливим, але необхідно уникати прямого впливу УФ-променів на людину через їх шкідливість.

3. Стерилізація та хімічні реагенти — для стерилізації використовуються автоклави, хімічні стерилізатори (хлорамін, пергідроль), а також особливо токсичні речовини, такі як сулема (0,1% розчин). Робота з ними вимагає особливої обережності та захисту.

4. Використання токсичних речовин — матеріали для вирощування рослин включають макро- і мікроелементи, такі як борна кислота, сірчаноокислий цинк, сірчаноокисла мідь, хлористий кобальт, які потребують обережного поводження через їх токсичність.

Загалом, охорона праці в лабораторіях біотехнології та інших подібних установах має велике значення для забезпечення здоров'я працівників та підвищення ефективності роботи.

Для безпечної роботи з високотоксичними хімічними речовинами, такими як хлорамін, пергідроль, сулема та інші, необхідно застосовувати захисні засоби, зокрема гумові рукавички, марлеві пов'язки, респіратори. Всі роботи з цими речовинами мають проводитись виключно під витяжними шафами, що забезпечує належний рівень вентиляції та захист від впливу шкідливих парів і газів. Необхідно строго дотримуватися правил безпечної роботи з хімічними речовинами та токсичними матеріалами, щоб уникнути отруєнь, опіків або інших небажаних наслідків.

У лабораторіях біотехнології, де проводяться роботи з культурою *in vitro*, часто використовують спиртівки або інші джерела вогню для стерилізації інструментів. Тому важливо дотримуватися всіх вимог безпеки при роботі з легкозаймистими речовинами і відкритим вогнем. Обов'язковою умовою є наявність вогнегасника в лабораторії та регулярний інструктаж по пожежній безпеці. Проводити такі роботи слід в спеціально підготовлених місцях, з огляду на мінімізацію ризиків виникнення пожежі.

Однією з важливих складових безпеки праці є медичне обслуговування працівників лабораторії. Оскільки умови роботи в біотехнологічних лабораторіях можуть впливати на здоров'я, працівники повинні проходити медичний огляд двічі на рік. Крім того, для відновлення сил і зниження фізичного та психологічного навантаження важливими є організація відпочинку та харчування.

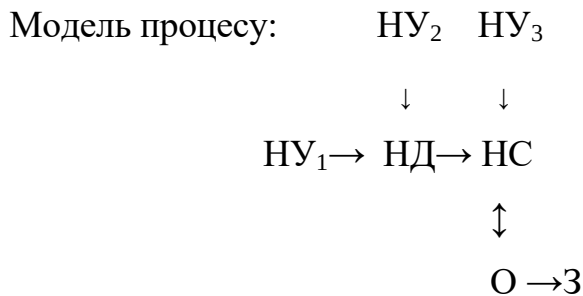
Санітарно-побутові умови, зокрема доступ до чистої води, комфортних умов для відпочинку та організоване харчування, мають великий вплив на продуктивність праці та загальний стан здоров'я працівників. Це дозволяє знизити рівень стресу, покращити загальне самопочуття та продовжити працездатність.

Досягнення високих результатів у сфері охорони праці та біотехнології можливо лише за умови високої кваліфікації спеціалістів. Професійна підготовка біотехнологів, уважність до деталей і чітке виконання інструкцій — ключ до безпеки праці. Висока трудова дисципліна та відповідальність за виконання завдань не лише допомагають підтримувати безпеку, а й сприяють розвитку лабораторії і досягненню наукових результатів.

Блок-схема процесу формування та виникнення небезпечних ситуацій:

- НУ₁ – не працює витяжна шафа
- НУ₂ – лаборант працює із високотоксичною речовиною (ZnSO₄)
- НУ₃ – лабораторія не забезпечена індивідуальними засобами захисту (респіратори У2-К, марлеві пов'язки)
- НД – лаборант працює без засобів захисту органів дихання

- НС – У зону дихання працівника потрапляють пари кислого цинку (ZnSO_4)
- О – отруєння
- З – захворювання



Отже, для створення безпечних умов праці в біо-лабораторії необхідно:

- вчасно проводити інструктажі з працівниками;
- дотримуватися санітарно-гігієнічних норм;
- забезпечувати працівників повноцінним харчуванням в зв'язку з шкідливими умовами праці та створювати сприятливі умови для відпочинку;
- контроль з боку спеціалістів за дотриманням правил технічної безпеки і охорони праці працівниками [35,42].

Пестициди, незважаючи на свою ефективність у боротьбі зі шкідниками, є біологічно активними речовинами, що можуть мати серйозний негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Тому їх застосування має бути ретельно регламентоване та контрольоване.

Промислові насадження горобини часто страждають від різних шкідників, зокрема горобинового кліща (**Eriophyes goniothorax sorbeus**), грушевого кліща (**Eriophyes piri**) і горобинової тлі (**Dentatus sorbi**), що завдають значної шкоди рослинам. Для ефективного боротьби з цими шкідниками використовують інсектициди, серед яких найбільш дієвими є Аполло, Цезарь, Бі-58 та Ламдекс.

Однак важливою умовою застосування пестицидів є суворе дотримання регламентів, що включають:

1. Норми внесення: правильна дозування і своєчасне внесення препарату є критичними для запобігання його надмірному накопиченню в навколишньому середовищі.

2. Строки застосування: врахування оптимальних періодів для обробки рослин мінімізує ризик негативного впливу на екосистему.

3. Методи застосування: обирати найбільш безпечні і ефективні способи внесення пестицидів для обмеження їх впливу на навколишнє середовище.

Особливу увагу варто приділяти дотриманню гранично допустимих кількостей (ГДК) пестицидів у продукції, ґрунті, воді та робочій зоні. Це допомагає уникнути шкідливих наслідків для здоров'я людей, які працюють на оброблених ділянках або споживають продукцію з цих територій. Важливо також попереджати перенесення пестицидів із зон з високою концентрацією до менш забруднених територій, щоб уникнути контамінації інших екосистем.

Застосування хімічних речовин також має контролюватися через максимально допустимі рівні (МДР) в продуктах харчування, щоб не перевищити безпечні межі і не завдати шкоди здоров'ю споживачів. Усі заходи повинні бути спрямовані на запобігання забрудненню навколишнього середовища та збереження біорізноманіття.

Незважаючи на свою ефективність, використання пестицидів має серйозні наслідки для навколишнього середовища:

Забруднення атмосферного повітря: хімічні речовини можуть потрапляти в повітря під час обробки полів, що веде до забруднення атмосфери.

Забруднення ґрунтів і водних ресурсів: пестициди можуть проникати в ґрунт і води, що спричиняє їх накопичення в екосистемах.

Нагромадження залишків в продуктах харчування**: внаслідок надмірного використання пестицидів хімічні речовини можуть потрапляти в продукти, що вживаються людьми та тваринами.

Стійкість шкідників до препаратів: часте застосування пестицидів призводить до розвитку резистентних форм організмів, що ускладнює подальшу боротьбу з ними.

Використання пестицидів повинно бути обґрунтованим, з урахуванням усіх ризиків для довкілля та здоров'я людей. Ретельне дотримання норм і правил, а також розробка нових, більш безпечних методів захисту рослин допоможе мінімізувати негативний вплив хімічних засобів на екосистему і здоров'я населення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Вивчаючи літературні дані по досліджуваних культурі, слід підкреслити значення горобини як плодової, лікарської та декоративної рослини. Ягоди сортів Бурка, Дисертна, Гранатна, Титан, Червона крупна, Бусінка, Сонячна, Сорбінка, Рубінова, Вефед, широко використовуються для споживання в сирому вигляді, та для переробки. Лікувальною сировиною є плоди, які містять каротин, вітаміни С і Р, гіркі речовини, цукор, сорбозу, спирт, сорбіт, органічні кислоти. Насадження горобини використовують в озелененні та паркобудівництві [20, 23, 24, 36].

2. Встановлено, що гібрид Бурка має найкращий регенераційний потенціал серед досліджуваних зразків. У 2024 році цей показник становив 3,03 о.р.к., а у 2025 році — 3,32 о.р.к.. У порівнянні з іншими зразками горобини, такі як *S. aucuparia* та *S. domestica*, які показали нижчі результати, гібрид Бурка продемонстрував стабільно високі значення регенераційного потенціалу. Це свідчить про його високу здатність до відновлення після пошкоджень і успішне застосування для подальшого розмноження в умовах біотехнології.

3. Найкращою стерилізуючою речовиною для всіх досліджуваних зразків виявилася сулема при експозиції 5 хвилин та концентрації 0,1 %. У гібрида Бурка вихід стерильних експлантів становив 45 %, а життєздатних — 36 %. Для порівняння, у *S. aucuparia* показники стерильних експлантів склали 23 %, а життєздатних — 17 %. Це свідчить про високу ефективність сулеми для стерилізації експлантів саме гібрида Бурка, що є важливим для подальшого розмноження рослин *in vitro*.

4. Найкращим середовищем для досягнення більшого коефіцієнта розмноження виявилось середовище з додаванням БАП (6-бензиламінопурин) у концентрації 2 мг/л. У цьому середовищі коефіцієнт розмноження складав:

1:14 для *S. domestica*,

1:19 для *S. aucuparia*,

1:24 для гібриду Бурка.

Це свідчить про високу ефективність цього середовища для стимулювання поділу клітин і формування нових пагонів, що особливо важливо для мікроклонального розмноження горобини.

5. Найвища висота пагонів була досягнута при додаванні БАП (6-бензиламінопурин) у концентрації 1 мг/л до живильного середовища. У цьому випадку спостерігали такі результати:

6 см — у *S. domestica*,

7,5 см — у *S. aucuparia*,

8 см — у гібриду Бурка.

Це свідчить про те, що дана концентрація БАП сприяє оптимальному росту пагонів, особливо у гібрида Бурка, який продемонстрував найкращі результати.;

6. З'ясовано, що найбільший показник ризогенезу спостерігали на середовищі з додаванням ІМК (індолілмасляної кислоти) у концентрації 0,5 мг/л. Результати були наступними:

76 % — у *S. domestica*,

79 % — у *S. aucuparia*,

84 % — у *S. aucuparia* 'Бурка'.

Це свідчить про високу ефективність ІМК у стимулюванні формування кореневої системи, особливо у гібрида Бурка, де ризогенез досяг найвищих показників.

7. Встановлено, що таблетки "Джіффі" не забезпечують хороші умови для подальшого процесу адаптації рослин, тому їх слід виключити з процесу адаптації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Байбурина Р.К. Микрклональное размножение гибридных деревьев *Betula Pendula* roth var. carelicamerckl // Раст. ресурсы. 1998. Т. 34. № 2. С. 9–22.
2. Балабак А.Ф., Балабак О.А. Регенерація і вегетативне розмноження малопоширених рослин // Экологические проблемы садоводства и интродукции растений: тр. Никитского бот. Сада. Ялта. 2008. Т.130. С. 25–31.
3. Балабушка В.К. Укорінення рослин можна стимулювати // Квіти України. — 2004. №6. С.36–39.
4. Білик О.В. Морфогенез адвентивних коренів у стеблових живців декоративних і типових форм деревних рослин // Умань. 1998. С. 18–19.
5. Костенко О.Л. Біотехнологія рослин 100 с. // URL:<http://botanica.narod.ru/biotexnologia/index.html>.
6. Бутенко Р.Г. Биотехнология сельскохозяйственных растений // М. 1987. 301 с.
7. Бленда В.Ф. Клональное микроразмножение подвоев косточковых культур // Садоводство. 1991. №3. С. 21–25.
8. Бугара А.М., Пилунская О.А. Оптимизация условий индукции каллусных культур розы эфиромасличной // Труды института эфиромасличных и лекарственных растений. Симферополь. 1999. Т. 25. С. 212–215.
9. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе // М.: ФБК-Пресс, 1999. 160 с.
10. Бурмистров Л.А. Сортовая рябина – и вкусно и красиво // Сад и огород. 2007. №6. С. 27–28.
11. Вплив генотипу на особливості мікрклонального розмноження представників сімейства Розоцвіті // URL:<http://disser.com.contents.ua//14507.html>.>
12. Высоцкий В.А. Микроразмножения здорового посадочного материала ягодных культур // Садоводство. 1982. №3 С. 12.

13. Гамбург К.З., Рекославская Н.И., Швецов С.Г. Ауксины в культурах тканей и клеток растений // Новосибирск: Наука, 1990. 243 с.
14. Гідрометеорологічні бюлетні Черкаського обласного центру з гідрометеорології. URL:[http: <http:// cgm@ck.ukrtel.net.html>](http://cgm@ck.ukrtel.net.html).
15. Глухов О.З., Довбиш Н.Ф. Прискорене розмноження малопоширених листяних рослин на південному сході України // Донецьк.: ТОВ «Либідь». 2003. 162 с.
16. Долматов Е. Символ плодородия — рябина // Сад и огород. 2002. №5. С. 27–29.
17. Долматов Е. Яркие гроздья рябины // Сад и огород. 2002. С. 34–35.
18. Дорошенко Н.П. Костришен И.А. Клональное микроразмножение столового виноградарства сорта Агат дамской // Садоводство и виноградарство. 1989. № 3 С. 34–37.
19. Евтушенко Н.С. Зимостойкость рябины в Свердловской области // Садоводства и виноградарства. 2008. № 4. С. 16–17.
20. Закотин В. Витамины от рябины // Сад своими руками. 2005. №3. С. 49.
21. Живые изгороди // Мой прекрасный сад. 2006. №6 С.44–45.
22. Зленко В.А. и др. Методы *in vitro* для размножения оздоровленного посадочного материала винограда. // URL:http://www.suvr.ru/posad_material_3>.
23. Зузук В.М., Куцик Р.В. Горобина звичайна (*sorbus aucuparia* L.) (частина I). 5 с. // URL:<http://www.provisor.com.ua>.>
24. Казарова С. Кисть рябины // Ландшафтный дизайн. 2010. №3. С. 80–84.
25. Канивец В.И., Куницкая А.Ф. Регуляторы роста при вегетативному размножении // Садоводство и виноградарство. 1989. №3. С. 112–116.
26. Катаева Н.В. Гормональная регуляция микрклонального размножения растений // Труды Всесоюз. Конфер. М.: Наука, 1981. С. 150–151.
27. Рябовол Л.О. Клональне мікророзмноження рослин // Методичні рекомендації для проведення лабораторно-практичних занять з основ біотехнології рослин. Умань: УДАУ, 2001. 16 с.

28. Комаров Ю. Знание сила! // Сад своими руками. 2005. №3. С. 49
29. Комаров Ю. Рябина в нашем саду // Сад своими руками. 2005. №3 С. 19.
30. Культура растительных клеток. 2 с. // URL:<http://www.biotechnolog.ru/pcell6.1htm>>.
31. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений // М.: Наука, 1964. 272 с.
32. Лесенко Г.Г. Підготовка документів для оцінки ступеня професійного ризику виробництва // Охорона праці. 2004. С. 12–36.
33. Макрушин М.М. та ін. Генетика сільськогосподарських рослин // — К.: Урожай. 1996. 320 с.
34. Мамчур Ф.І., Гладун Я.Д. Лікарські рослини на присадибній // К.: «Урожай». 1989.С. 28–29.
35. Марчук О.О. Збереження та розмноження цінних генотипів *in vitro*: Наукові доповіді НАУ. 2008 11с. // URL:http://www.nbuv.gov.ua/e_Journals/nd/2008-4/08moogiv.pdt.
36. Межененский В.М. Прикрасьте свій сад червонолистими деревами // Дім, сад, огород. 2004. №12. С. 15–20.
37. Межененский В.М. Садова горобина // Сад, Виноград і вино України. 2001. №5–7. С.42–43.
38. Мельничук М.Д. та ін. Біотехнологія рослин: // К.: ПіліграфКожалинич. 2003. 520 с.
39. Рябовол Л.О. Методи створення живильного середовища для культивування експлантів в культурі *in vitro* // Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять з сільськогосподарської біотехнології. Умань. 1999. 16с.
40. Мешкова В.А. Фундаментальні та прикладні дослідження проблем лісового господарства // Львів. 2007. С. 53–57.
41. Мікроклональне розмноження. // URL:<http://www.botanica.narod.ru/biotexnologia/microklonrozm.html>/
42. Опалко А.І., Заплічко Ф.О. Селекція плодових і овочевих культур // К.: Вища школа. 2000. 440с.

43. Опалко А.І., Небиков М.В. Автохонні та інтродуковані рослини України // Київ: Академперіодика. 2005. С. 117–132.
44. Опалко О.А., Рябовол Л.О. Вплив хімічного складу живильних середовищ на мікророзмноження яблуні // Зб.наук.пр. УДАА. 2001. Вип.51. С. 166–169.
45. Запорожець О.І. Основи охорони праці // Вид-во: Центр учбової літератури. 2009. С. 264
46. Патлатюк І. У лабораторії «Софіївки» вирощують клонів. 10 с. // URL:<http://www.humania.com.ua>.
47. Пайтрушева И. Сезонные импровизации // Красивая усадьба. 2009. №1. С. 36–39.
48. Пилунская О.А. Изучение факторов, влияющих на клональное микроразмножение розы эфиромасличной // Междунар. конф.; Современные научные исследования в садоводстве. Ялта. 2000. С. 44–48.
49. Плотникова Л.С. Программа наблюдений за общим и сезонным развитием древесных растений при их интродукции // Опыт интродукции древесных растений. М.: Б.и. 1973. С. 80–86.
50. Поплавская Т. Рябина сортовая, крупноплодная, сладкая // Сад и огород. 2004. №5. С.36–37.
51. Поплавская Т.К., Винницкая В.Ф. Садовые формы рябины — залог повышения продуктивности насаждений // Садоводство и виноградарство. 2002. №5. С. 2–3.
52. Поліщук В.П. Бджільництво. // Львів: Редакція журналу «Український пасічник». 2001. 29 с.
53. Поліщук Д. Ягода, що пламеніє на снігу // Аграрна країна. 2011. №2. С. 30.
54. Полевой В.М. Физиология растений // М.: Знание, 1993. 210 с.
55. Селекція в лісівництві. 2с. // URL:<http://www.lib.ua.net/diss/cont/237368.html/>
56. Еникеева Х.К. Селекція плодових рослин. // М.: «Колос».1981. 245 с.
57. Скалий Л. Виды и сорта рябины // Фермерське господарство. 2012. № 12. С. 25–32.
58. Складнєв Д.А. Що таке біотехнологія? // М.: Знання. 1990. 48 с.

59. Слутч А.С. Вредители рябины // Защита растений. 1974. №6. С. 37–38.
60. Товстуха Є.С. Фітотерапія // К.: Здоров'я. 1993. 356 с.
61. Турецкая Р.Х., Поликарпова Ф.Я. Вегетативное размножение растений с применением стимуляторов роста. // М.: Наука. 1969. 94 с.
62. Узеников М., Узеников Д. Сладкая рябина // Огородник. 2009. №8. С. 18.
63. Украшение вашего двора // Фермерське господарство. 2011. №42. С. 32.
64. Физиология растений и прогресс сельскохозяйственных технологий. 3с. // URL:<http://herba.msu.ru/russian/departments/physiology/spezkursi/chub/7-6-3.html>>.
65. Чекушкін Є. Культура тканин. 1с. // URL:http://flora.greenhome.com.ua/article_5.html/
66. Arrilaga I., Marzo T., Segura J. Micropropagation of juvenile and adult *Sorbus domestica* L. // Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1991. V. 27 №3. P. 341–348.
67. Bajaj Y.P.S., Gill M.S. *In vitro* induction of variability in cotton // Theor. and Appl. Genet. 1985. 70, N 4. P. 363–368.
68. Brand M.N., Lineberd R.D. *In vitro* rejuvenation if *Betula*: morphological evaluation // American jornal of botany 1992. V.79 P.618–625.
69. Caplupa V. *In vitro* propagation of mature trees of *Sorbus aucuparia* and field performance of micropropagated trees // Jornal of Forest Sciece. 2002. V.48. №12. P. 529–535.
70. Ewald D., Kretzschmar U. The influence of micrografting *in vitro* in tissue culture behavior and vegetative propagation of old European larch trees // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 1996. V.44. №3. P. 249–252.
71. Gupta P.K., Mascarenhas A.F., Jagannathman V. Tissue culture of forest trees — Clonal propagation of mature tres of *Eucalyptus citriodora* Horsk. By tissue culture // Plant Sci. Lett. 1981. V.20. №3. P. 195–201.
72. Negussie F. *In vitro* induction of multiple bads in tissue culture of *Juniperus excelsa* // Forest Ecology and Management. 1997. Vol. 98. P. 115–123.

ДОДАТКИ

Додаток А

Динаміка регенераційного потенціалу *S. domestica* у 2024 р.

Дата порізу	Повторність		
	I	I	I
8.04	1,22	1,17	1,12
18.04	1,43	1,45	1,44
28.04	2,00	2,12	1,94
5.05	2,50	2,62	2,71
15.05	3,38	3,32	3,41
31.05	1,37	1,29	1,39
3.06	1,52	1,58	1,41
14.06	2,36	2,39	2,18
24.06	1,54	1,40	1,56
1.07	1,85	1,77	1,79
13.07	1,98	1,86	1,93
23.07	2,47	2,42	2,71
2.08	1,50	1,52	1,53
11.08	1,64	1,83	1,73
25.08	1,38	1,48	1,35
3.09	0,25	0,24	0,26
13.09	0,01	0,01	0,01
23.09	0,00	0,00	0,00
5.10	0,00	0,00	0,00
15.10	1,22	1,17	1,12

Додаток Б

Динаміка регенераційного потенціалу *S. domestica* у 2025 р.

Дата порізу	Повторність		
	I	I	I
8.04	0,00	0,00	0,00
18.04	0,00	0,00	0,00
28.04	0,49	0,47	0,48
5.05	1,30	1,37	1,38
15.05	2,57	2,74	2,64
31.05	2,63	2,66	2,67
3.06	1,95	1,92	1,77
14.06	0,93	0,96	1,01
24.06	1,23	1,23	1,25
1.07	1,18	1,09	1,18
13.07	1,42	1,44	1,59
23.07	1,91	2,07	2,05
2.08	1,61	1,53	1,77
11.08	1,22	1,24	1,18
25.08	1,06	0,94	1,00
3.09	1,00	1,02	0,98
13.09	0,70	0,61	0,64
23.09	0,04	0,04	0,04
5.10	0,00	0,00	0,00
15.10	0,00	0,00	0,00

Додаток Д

Динаміка регенераційного потенціалу *S. aucuparia* у 2024 рр.

Дата порізу	Повторність		
	I	I	I
8.04	0,00	0,00	0,00
18.04	0,00	0,00	0,00
28.04	0,49	0,47	0,48
5.05	1,30	1,37	1,38
15.05	2,57	2,74	2,64
31.05	2,63	2,66	2,67
3.06	1,95	1,92	1,77
14.06	0,93	0,96	1,01
24.06	1,23	1,23	1,25
1.07	1,18	1,09	1,18
13.07	1,42	1,44	1,59
23.07	1,91	2,07	2,05
2.08	1,61	1,53	1,77
11.08	1,22	1,24	1,18
25.08	1,06	0,94	1,00
3.09	1,00	1,02	0,98
13.09	0,70	0,61	0,64
23.09	0,04	0,04	0,04
5.10	0,00	0,00	0,00
15.10	0,00	0,00	0,00

Додаток Е

Динаміка регенераційного потенціалу *S. aisciraria* у 2025 р.

Дата порізу	Повторність		
	I	II	III
8.04	0,00	0,00	0,00
18.04	0,54	0,54	0,54
28.04	1,20	1,16	1,09
5.05	2,49	2,80	2,74
15.05	3,44	3,58	3,62
31.05	3,23	3,28	3,24
3.06	3,15	2,91	2,94
14.06	2,48	2,50	2,67
24.06	2,08	2,19	2,26
1.07	2,24	2,25	2,11
13.07	3,16	3,01	3,17
23.07	3,07	3,10	2,83
2.08	2,55	2,75	2,50
11.08	2,60	2,67	2,54
25.08	1,97	1,92	2,11
3.09	1,22	1,25	1,21
13.09	1,18	1,17	0,95
23.09	0,69	0,64	0,63
5.10	0,00	0,00	0,00
15.10	0,00	0,00	0,00

Додаток 3

Динаміка регенераційного потенціалу *S. aucuparia* “Бурка” у 2024 р.

Дата порізу	Повторність		
	I	II	III
8.04	1,82	2,00	1,82
18.04	3,42	3,38	3,31
28.04	3,36	3,15	3,22
5.05	2,60	2,69	3,08
15.05	3,69	3,68	3,19
31.05	3,81	3,84	3,90
3.06	3,49	3,72	3,83
14.06	3,21	3,08	3,03
24.06	3,44	3,07	3,22
1.07	3,44	3,20	3,47
13.07	3,27	3,25	3,59
23.07	3,86	4,01	4,28
2.08	4,68	4,43	5,16
11.08	3,15	3,17	3,78
25.08	3,27	3,26	3,58
3.09	3,32	3,27	3,52
13.09	2,25	2,21	1,94
23.09	1,11	1,17	1,11
5.10	0,06	0,06	0,06
15.10	0,00	0,00	0,00

Додаток И

Динаміка регенераційного потенціалу *S. aucuparia* “Бурка” у 2025 р.

Дата порізу	Повторність		
	I	II	III
8.04	0,00	0,00	0,00
18.04	1,56	1,40	1,39
28.04	2,03	2,08	2,04
5.05	3,74	4,15	3,81
15.05	5,34	4,87	4,80
31.05	5,09	5,02	4,95
3.06	4,34	4,10	4,61
14.06	3,73	3,55	3,68
24.06	3,80	3,54	3,61
1.07	3,77	3,69	4,27
13.07	4,54	4,46	4,05
23.07	4,76	4,44	4,45
2.08	4,01	3,96	4,03
11.08	4,30	3,86	4,20
25.08	3,06	3,29	3,36
3.09	2,93	3,08	2,99
13.09	2,05	2,19	2,42
23.09	1,27	1,24	1,47
5.10	0,02	0,02	0,02
15.10	0,00	0,00	0,00

Додаток Й

Загальна довжина та кількість коренів

Вид	Кількість утворених коренів, шт.	Довжина коренів, см
<i>S. domestica</i>	3	12,5
<i>S. aucuparia</i>	7	10,7
<i>S. aucuparia</i> 'Бурка'	18	5,8

Додаток К
Склад базових живильних середовищ

Елемент середовища	DKW, мг/л	Kn, мг/л	MS, мг/л	WPM, мг/л
Макроеlementи				
NH ₄ NO ₃	1416,0	—	1650,0	400,0
(NH ₄) ₂ SO ₄	—	500,0	—	—
KNO ₃	—	—	1900,0	—
CaCl ₂ ×2H ₂ O	149,0	—	440,0	72,5
MgSO ₄ ×7H ₂ O	740,0	250,0	370,0	180,5
KH ₂ PO ₄	265,0	250,0	170,0	170,0
Ca(NO ₃) ₂ ×4H ₂ O	196,9	1000,0	—	386,8
K ₂ SO ₄	155,9	—	—	990,0
FeSO ₄ ×7H ₂ O	33,8	25	27,8	—
Na ₂ EDTA×2H ₂ O	45,4	37,5	37,3	—
FeNaEDTA	—	—	—	36,7
Мікроеlementи				
H ₃ BO ₃	4,0	—	6,2	6,2
MnSO ₄ ×4H ₂ O	33,4	7,5	22,3	22,3
CoCl ₂ ×6H ₂ O	—	—	0,025	—
CuSO ₄ ×5H ₂ O	0,025	—	0,025	0,025
ZnSO ₄ ×7H ₂ O	—	—	8,6	8,6
Na ₂ MoO ₄ ×2H ₂ O	0,39	—	0,25	0,25
KJ	—	—	0,83	—
Zn(NO ₃) ₂ ×6H ₂ O	17,0	—	—	—
Аміно кислоти				
Гліцин	0,1	—	2,0	2,0
Вітаміни				
B ₁	0,1	—	0,1	1,0
B ₆	0,1	—	0,5	0,5
PP	0,1	—	0,5	0,5
Джерело вуглеводів				
Глюкоза	—	20000,0	—	
Сахароза	30000,0	—	30000,0	20000,0
pH — 5,6–5,8				