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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**
**ступеня вищої освіти магістр**

# РОЗМНОЖЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ХУРМИ (*DIOSPYROS SPP.*) *IN VITRO* В НАВЧАЛЬНО-НАУКОВІЙ ЛАБОРАТОРІЇ «БІОТЕХНОЛОГІЇ» УНУ

**Виконав:** студент ІІ курсу, 25 м-а групи
спеціальності 201 Агрономія
СКРИПНИК Станіслав Сергійович
**Керівник:** СЕРЖУК Олександр, к. с.-г. н., доцент

**Умань – 2025**

# ЗМІСТ


| | | стор. |
|---|---|---|
| **ВСТУП** | ……. | 3 |
| **РОЗДІЛ 1.** | **СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХУРМИ В УКРАЇНІ (огляд літератури)** …… | 5 |
| | 1.1. Хурма та перспективи розвитку її садів в Україні …..... | 5 |
| | 1.2. Прискорене розмноження хурми в культурі *in vitro* ….. | 7 |
| **РОЗДІЛ 2.** | **ОБЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ** …… | 14 |
| | 2.1. Ботанічна і біологічна характеристика хурми ……... | 14 |
| | 2.2. Особливості досліджуваних видів хурми …… | 17 |
| **РОЗДІЛ 3.** | **УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ** …… | 20 |
| | 3.1. Лабораторні умови й методика проведення досліджень. | 20 |
| | 3.2. Схема досліду ……..…….. | 22 |
| **РОЗДІЛ 4.** | **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ** ……...… | 23 |
| | 4.1. Індукція морфогенезу хурми в культурі *in vitro* ……. | 23 |
| | 4.2. Індукція ризогенезу хурми в культурі *in vitro* …… | 32 |
| **РОЗДІЛ 5.** | **ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА** …… | 39 |
| **ВИСНОВКИ** | …….. | 47 |
| **РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ** | …… | 48 |
| **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ** | ……... | 49 |
| **ДОДАТКИ** | …….. | 55 |

# ВСТУП

Коли йдеться про хурму як плодовий вид, слід враховувати, що більшість її сортів належать до Diospyros kaki Thunb., найбільш цінного для садівництва виду роду Diospyros з найкращими плодами, хоча й не дуже морозостійкого. З інших видів роду Diospyros, досліджених в Україні, особливо вивчено D. Lotus L. та D. Virginiana L., серед яких D. Virginiana відзначається високою морозостійкістю. Рід Diospyros L. належить до родини Ебенові (Ebenaceae). За даними електронної бази даних «ThePlantList», яка підтримується Королівськими ботанічними садами К'ю (Великобританія) і Ботсаду штату Міссурі (США), рід налічує 1558 видів, з яких 725 визнані, решта — синоніми та невизначені назви. Однак лише чотири види мають практичне значення. Окрім згаданих D. kaki, D. Lotus та D. Virginiana, важливим є також D. Oleifera W. C. Cheng, який використовується в Східній Азії як підщепа. Плоди D. oleifera, хоча й мають невелике поширення, споживаються в Китаї і на ринках Східного Середземномор'я. Плоди сорту 'Yeşil hurma' використовуються для виробництва таніну. Щодо D. kaki, цей вид походить із гірських районів південного Китаю, де він був одомашнений і став важливою культурою в Китаї, Японії та Кореї, а нині вирощується в багатьох теплих регіонах світу, включаючи Бразилію, Іспанію, Туреччину, Італію та Ізраїль. Ще в середині XX століття світове виробництво хурми було незначним: від 990 тис. тонн у 1961 році до 1 млн 290 тис. тонн у 1993 році. Однак після 1995 року виробництво хурми почало швидко зростати і до 2014 року перевищило 5 млн тонн, з яких понад 3,7 млн тонн виробляється в Китаї. В Україні хурма є нетрадиційною культурою, але вже у 1994 році перший вітчизняний сорт 'Супутник' був внесений до Державного реєстру сортів рослин. Згодом, з 2010 по 2015 роки, в реєстрі з'явилося ще вісім сортів хурми, але в останньому реєстрі їх уже немає. Зважаючи на необхідність адаптації хурми в степовій і лісостеповій зонах України, важливо підвищити її морозостійкість і ранньостиглість без втрати якості плодів.

**Метою наших досліджень** було визначено проведення широкомасштабного пошуку вихідного матеріалу для селекції хурми та вивчення технологій мікроклонального розмноження для особливо цінних генотипів.

**Апробація результатів досліджень.** Основні результати досліджень обговоренні на студентських гуртках та засіданні кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології. Опубліковано у збірнику тез Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі // Матеріали IX всеукраїнскої науково-практичної конференції, 2025.

# РОЗДІЛ 1.
# СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХУРМИ В УКРАЇНІ
# (огляд літератури)

## 1.1. Хурма та перспективи розвитку її садів в Україні

Збагачення асортименту плодових культур України та підвищення їхніх якісних характеристик (хімічний склад, здатність до зберігання, врожайність, стійкість до несприятливих погодних умов, шкідників і хвороб) значною мірою залежить від селекції. У випадку традиційних плодових культур, які формують великі дерева, селекційна робота потребує великих площ, значних зусиль для вирощування та очікування першого врожаю, а отже — великих матеріальних і трудових затрат із результатом, який далеко не завжди можна спрогнозувати. Натомість інтродукція нових плодових культур, які раніше вважалися малоперспективними для агрокліматичних умов України, у поєднанні з селекцією, дає обнадійливі результати.

Однією з таких культур є хурма (Diospyros spp.), зокрема хурма східна (Diospyros kaki Thunb.) та хурма вірджинська (D. virginiana L.). Хурма східна, через свою недостатню зимостійкість, може культивуватися в Україні лише на Південному узбережжі Криму, в Закарпатті, Одеській області та АР Крим, і то з певними ризиками підмерзання. Натомість хурма вірджинська є значно більш морозостійкою. Її кращі сорти здатні витримувати зниження температури до -30…-32°С, що робить її морозостійкою в порівнянні з сортами абрикоси, які вирощуються на значній території України.

Крім того, на відміну від інших плодових культур, зимостійкість яких супроводжується передачою гібридам небажаних характеристик, таких як ознаки дикості, хурма вірджинська має великі плоди (до 70 г), відмінний смак, високий вміст біологічно активних речовин, значно вищий за більшість традиційних культур, і навіть перевищує за цими показниками хурму східну. Хурма вірджинська є дуже врожайною, має ранні форми, які в умовах Нової

Каховки починають дозрівати вже в середині вересня і дають насіння з високою схожістю.

Як хурма східна, так і хурма вірджинська мають свої переваги та недоліки. Хурма східна вирізняється високою якістю плодів, маса яких може досягати 500 г. Крім того, існують сорти хурми східної, плоди яких можуть зберігатися до кількох місяців, а також сорти без терпкості навіть у недозрілому стані. Вона має однодомні форми, що включають чоловічі, жіночі та гермафродитні квітки на одному дереві, що дозволяє їй самозапилюватися, а також партенокарпічні форми, які утворюють плоди без запилення. Однак хурма східна значно менш зимостійка, особливо в другій половині зими та навесні, а також має менший вміст біологічно активних речовин у плодах.

Хурма вірджинська, у свою чергу, значно перевершує хурму східну за зимостійкістю протягом всього морозного періоду, зберігаючи гарний смак плодів та високий вміст біологічно активних речовин. Однак вона поступається хурмі східній за масою плодів і практично не має партенокарпічних або однодомних форм, а також форм без терпкості.

Обидва види мають спільні переваги: вони мають дуже мало шкідників і хвороб навіть у вологих кліматичних умовах Китаю, Японії та Північної Америки, що відрізняє їх від більшості традиційних плодових культур, таких як яблуня. В умовах сухішого клімату України при вирощуванні цих видів не виникало потреби у використанні пестицидів.

З огляду на це, багато вчених-селекціонерів намагалися поєднати переваги обох видів хурми. Перший міжвидовий гібрид між хурмою східною та хурмою вірджинською був створений Лютером Бербанком понад сто років тому, а в Україні перший такий гібрид був отриманий А.К. Пасєнковим у 1959 році в Нікітському ботанічному саду. Цей гібрид, відомий як сорт 'Росіянка', має масу плодів від 47 до 100 г, а в умовах Нової Каховки витримує зниження температури до -27°C з незначними пошкодженнями.

Із подальших схрещувань були отримані інші сорти, такі як 'Нікітська бордова', 'Соснівська', 'Чучупака', 'Божий дар' та інші, що мають високі

показники зимостійкості, смакових якостей і врожайності. Окрім того, були створені великоплідні сорти, як-от 'Гора Говерла' та 'Гора Роман-Кош', які характеризуються не тільки високою зимостійкістю, але й хорошими смаковими якостями. Нещодавно також почали плодоносити гібриди п’ятого покоління, серед яких є форми з високою зимостійкістю, раннім дозріванням і партенокарпією.

В Україні наразі активно триває селекційна робота щодо створення нових сортів хурми з покращеними властивостями, зокрема за зимостійкістю і якістю плодів. Перспективи господарського використання хурми в Україні пов'язані із подальшою селекцією та розробкою нових клонових підщеп, що дозволить отримувати одномірний садивний матеріал.

Крім того, в Україні вирощують й інші плодові культури, які нещодавно вважалися екзотичними, а завдяки народній селекції вони вже стали доступними для садівників. Відтак, хоча хурма є відносно новою культурою для України, її потенціал для розвитку вітчизняного садівництва з кожним роком зростає.

## 1.2. Прискорене розмноження хурми в культурі *in vitro*

***Diospyros virginiana*** L. (Ебенові), також відома як звичайна хурма, американське чорне дерево або поссумвуд, є листопадним деревом середнього розміру, що росте на сході та південному сході США. Це дерево тіньовитривале і віддає перевагу вологим, добре дренованим, низинним або алювіальним ґрунтам, хоча може зростати на майже будь-якому типі ґрунту. Завдяки глибокому стрижневому кореню, хурма звичайна ефективно бореться з ерозією. Звичайна хурма зазвичай дводомна: для гарного плодоношення вона потребує як чоловічих, так і жіночих дерев, а хороші врожаї отримують раз на два роки, з оптимальним плодоношенням у віці від 25 до 50 років. У дикій природі плоди споживають птахи, олені та дрібні ссавці.

*Diospyros kaki*, або японська хурма, є більш відомою садовою культурою,

тоді як D. virginiana вважається менш важливою для садівництва, хоча її плоди і деревина мають значення. Їстівні плоди культивованих сортів D. virginiana продаються як м'якоть для пудингів, печива, тістечок і кремів. Основний метод розмноження звичайної хурми — щеплення. Проте клонова хурма, вирощена з власним корінням, має декілька переваг для спеціалізованих виробників фруктів, таких як усунення проблем з несумісністю підщепи та полегшення селекційних процесів.

Інтерес до розмноження in vitro цієї культури також є важливим напрямком досліджень для створення нових підщеп і покращення селекційних характеристик. У цьому дослідженні було розроблено протокол для розмноження in vitro чотирьох зрілих сортів хурми звичайної та одного гібридного генотипу, що є першим таким звітом.

Для культури нодальних експлантів використовували середовище Мурасіге та Скуга (MS), з добавкою 10 мкМ зеатину, 3% сахарози і 0,7% агар-агару. Експланти, вирізані з щеплених тепличних рослин, після регулярного перенесення в нове середовище створювали культури пагонів. Всі вузлові експланти дали принаймні один життєздатний пагін.

Для укорінення мікропагонів застосовували середовище MS половинної міцності з різними концентраціями індол-3-масляної кислоти (IBA) (0, 5, 10 або 15 мкМ) і флороглюцинолу. Найкраще укорінення (від 14% до 87%) спостерігалося на середовищі з 5 мкМ IBA для звичайних генотипів хурми, де на один пагін припадало від 0,5 до 3,9 коренів. У гібридного генотипу укорінюваність становила 91% з середнім числом 5,3 ± 2,6 коренів на пагін. Вкорінені рослини успішно акліматизувалися в теплиці.

Деревина звичайної хурми — тверда, міцна і дуже дрібнозерниста, що робить її бажаною для виробництва спеціальних виробів, таких як головки ключок для гольфу, більярдні киї, перкусійні інструменти та інші токарні вироби.

Розмноження звичайної хурми in vitro відкриває нові можливості для розробки комерційних підщеп для садівництва, зокрема для створення

спеціалізованих рослин без потреби в щепленні, а також для покращення адаптації сортів до умов різних кліматичних регіонів.

# РОЗДІЛ 2.
# ОБЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 2.1. Ботанічна і біологічна характеристика хурми

Рід ***Diospyros*** L. належить до родини Ебенові (Ebenaceae Gürke), яка включає велику кількість видів, що варіюють від 700 до 1500 ботанічних найменувань, залежно від автора. Однак серед цього різноманіття найбільше значення мають лише чотири види: *D. kaki* Thunb., *D. lotus* L., *D. virginiana* L. та *D. oleifera* W. C. Cheng. Останній використовується в Східній Азії як підщепа та джерело таніну.

Рід*Diospyro* є типовим для тропічних регіонів, хоча деякі види зустрічаються і в помірних кліматичних поясах. Загалом рід налічує близько 400–500 видів листопадних або вічнозелених дерев і чагарників, які зазвичай ростуть у теплих кліматах і широко поширені в Євразії, Америці, Австралії та на півдні України. В Україні найбільш відомими є терпка кавказька хурма, нетерпка японська хурма та солодка хурма, відома як *корольок*.

Плоди хурми — це великі солодкі ягоди з соковитою серцевиною та шкіркою оранжевого, червоного або жовтого кольору, вагою від 100 до 500 грамів. Плоди діляться на дві категорії: терпкі (в'яжучі), смак яких зникає після дозрівання, та не в'яжучі. Незрілі плоди хурми мають гіркий смак через велику кількість дубильних речовин. Японці навіть називають хурму "плодом із плодів" за її унікальні смакові якості після дозрівання.

Наразі селекціонери активно працюють над створенням морозостійких форм хурми, що дозволить її вирощування в помірних кліматичних умовах. Вже існуючі сорти хурми можуть бути успішно вирощені в Україні за умови застосування відповідних технологій. Вперше сорти хурми східної були заявлені до державної реєстрації у 2005 році, після чого до Реєстру сортів було внесено 12 нових сортів, які є пластичними для умов вирощування в Україні. Всі ці сорти мають патентний захист.

Серед вітчизняних сортів хурми можна виділити ті, що були створені у ДПДГ "Новокаховське" — *Гора Роджерс*, *Гора Роман Кош*, *Гора Говерла*, *Новінка*. Крім того, Нікітський ботанічний сад створив сорти, які також мають велике значення для українського садівництва: *Золотиста*, *Зірочка*, *Мрія*, *Нікітська бордова*, *Південна красуня*, *Росіянка*, *Сувенір осені*, *Українка*.

## 2.2. Особливості досліджуваних видів хурми

Хурма кавказька (Diospyros lotus L.) — це один з найдавніших представників роду *Diospyros*, який єдиним здичавілим видом цього роду на території колишнього СРСР. Це дерево може досягати висоти 30 м і діаметру стовбура до 45 см. Хурма кавказька розмножується насінням та пеньковими паростками, але кореневої порості практично не утворюється.

Хурма кавказька має потужну кореневу систему, яка на проникаючих ґрунтах може досягати глибини до 1,5 метра, а однорічні сіянці утворюють добре розгалужені корені на глибині до 50 см. Така система є відмінним засобом для боротьби з ерозією та запобігання зсувам ґрунту, роблячи дерево ефективним природним берегозахисником.

Листки дерева прості, цільні, видовжені, темно-зелені зверху, опушені знизу, восени набувають світло-жовтого забарвлення. Бруньки витягнуто-конічні з опушеною верхівкою. Хурма кавказька — дводомна або полігамна рослина, квітки запилюються в основному комахами, але можливий також переніс пилку вітром. Чоловічі квітки зібрані в суцвіття по 3 квітки, а жіночі — поодинокі й більші за розміром.

Плід хурми кавказької — невелика ягода (до 2 см в діаметрі) жовтого кольору, яка поступово темніє до антоціанового забарвлення. Плоди мають характерну терпкість, яка зникає при повному достиганні. Вони дозрівають у жовтні – листопаді, і в суху теплу осінь можуть навіть висихати на дереві.

Хурма кавказька росте в природі в гірських лісах південного сходу Європи, Кавказу, Центральної Азії, північної Індії та Китаю. У культурі її

можна зустріти від Піренеїв до Туреччини, Ірану та східного Китаю, включаючи Крим.

Хурма кавказька не має високої зимостійкості: вже при температурі -20°С гинуть як кореневласні, так і щеплені дерева. Однак у південних областях України та Криму старі дерева виявляються достатньо морозостійкими, хоча молоді рослини часто пошкоджуються під час холодних зим.

У колекційних насадженнях Державного підприємства «Дослідне господарство «Новокаховське» Інституту рису НААН» з 2008 року налічується дев’ять зразків хурми кавказької, отриманих з насіння, яке було привезене зі Словаччини. Перші роки сіянці підмерзали до рівня ґрунту, але з часом їх зимостійкість покращилася. Тепер це багатостовбурні дерева висотою 3–5 м з діаметром стовбура 8–12 см. Вони цвітуть і плодоносять, хоча не щорічно.

Для вирощування хурми кавказької необхідно регулярне зрошення та висока вологість повітря. Хоча цей вид не використовується як підщепа в південному степу України, його насіння є чудовим підщепним матеріалом на південному узбережжі Криму та Кавказу, завдяки мичкуватій кореневій системі.

Для садівників-любителів хурма кавказька особливого інтересу не представляє, хоча люди, що виросли на Кавказі, часто вирощують ці дерева в своїх садах із ностальгії. Цей вид хурми має значно інтенсивніший ріст, ніж хурма вірджинська, що також є важливою особливістю для тих, хто прагне швидкого розвитку рослин у своєму саду**.**

**Хурма віргінська** (*Diospyros virginiana* L.). — це високорослe дерево, яке може досягати висоти від 15 до 25 м, а в сприятливих умовах і більше. Його стовбур може мати товщину до 50 см, а крона є рихлою і світлолюбною. Віргінська хурма має потужну стержневу кореневу систему, яка є менш розгалуженою, ніж у хурми кавказької. Це робить її менш стійкою до пересадки, але при цьому вона є однією з найморозостійкіших підщеп у всіх регіонах України, крім Південного берегу Криму.

Листки віргінської хурми овальні, еліптичні, з загостреною верхівкою, темно-зелені зверху, знизу опушені, довжиною 8–14 см. Бруньки на пагонах конічні, злегка відігнуті від стовбура. Однорічні пагони коричневі, з сірим відтінком у сортових форм.

Віргінська хурма може розмножуватися насінням, а також кореневими паростками. Сіянці мають слабший ріст, ніж хурма кавказька, і готові до окулірування лише на другий рік.

Цей вид родом з гірських лісів південно-західних штатів США, від Флоріди до Коннектикуту, а також на заході до Канзасу і Техасу. У культурі він широко вирощується на півночі — до Великих озер. Для нормального розвитку хурма потребує тепліших регіонів, однак, завдяки своїй зимостійкості, цей вид може витримувати сильні холоди.

Плоди віргінської хурми мають конічну або кулеподібну форму і можуть досягати 4–5 см в діаметрі у культурних сортів. Вони зазвичай жовті з червоним рум'янцем, а після повного дозрівання можуть мати антоціанове забарвлення. Плоди мають високий вміст дубильних речовин, тому вони дуже терпкі до дозрівання, але з часом стають солодкими і смачними.

Плоди хурми віргінської відзначаються високим вмістом мікроелементів та вітамінів, однак вони не зберігаються довго і мають обмежену транспортабельність. Плоди опадають з дерева після дозрівання, а чашечка залишається на гілці.

Хурма віргінська — найбільш морозостійка серед інших видів хурми. Вона здатна витримувати морози до -35–37°C (для кореневласних дерев), а для щеплених дерев морозостійкість може досягати -30°C і навіть нижче.

В Україні перші насадження хурми віргінської були започатковані в 1988 році в Державному підприємстві «Дослідне господарство „Новокаховське“» Інституту рису НААН. З цього матеріалу було відібрано перспективні зразки, які вирощуються в господарстві до тепер. Наразі в колекційних насадженнях нараховується близько 30 зразків хурми віргінської, серед яких 11 сортів американського походження.

Ці сорти, зокрема *Мідер*, *Джон Рік*, *Вебер* і *Прок*, а також відселектовані зразки, такі як *Віргінська крупноплідна* та *Янтарна*, відзначаються гарною морозостійкістю, стійкістю до посухи та високою стійкістю до шкідників і хвороб.

Сортове розмноження хурми віргінської для поширення її в більш північні регіони України переважно відбувається вегетативно, щоб гарантувати стійкість та продуктивність дерев. Цей вид хурми має чудову потенційну цінність для розширення виробництва в країнах з холоднішим кліматом, оскільки він може пережити зимові морози в умовах південної частини України, забезпечуючи стабільний урожай фруктів навіть за екстремальних погодних умов.

Слід зазначити, що хурма віргінська, як і інші види цього роду, активно використовується для отримання насіння та створення підщеп для інших сортів хурми, що дозволяє розширювати можливості її вирощування навіть у помірних і холодних регіонах.

**Хурма східна** (*Diospyros kaki* Thunb.). — це тепловолюбне дерево, яке здебільшого асоціюється з японською хурмою, яку часто можна зустріти на ринках. Вона вражає великими розмірами плодів і є основним представником *Diospyros* в садах багатьох південних регіонів світу. У Україні культурні сорти хурми східної цікавлять не лише південне узбережжя Криму, але й теплі регіони Закарпаття та інші південні області, де зустрічаються в особливо.

Хурма східна має великий потенціал росту. Вона може бути як слаборослою (висота до 3-4 м), так і сильнорослою (висота до 10-12 м). Дерева цієї хурми можуть жити дуже довго — від 100 до 150 років, а в Китаї зустрічаються дерева, які досягли віку 400–500 років.

Листки хурми східної овальні або яйцеподібні з загостреною верхівкою, цілокраї, темно-зелені, блискучі зверху. Знизу вони мають темно-коричневе опушення.

Рослини хурми східної зазвичай дводомні або полігамні. Чоловічі квітки дрібні і зібрані в суцвіття, складаються з 3–5 квіток, з 16–24 тичинок. Жіночі

квітки більші, поодинокі, з рудиментами тичинок. Іноді на однодомних деревах зустрічаються квітки трьох типів: чоловічі, жіночі і двостатеві.

Плоди хурми східної мають велику варіативність у розмірах (від 60 до 500 г), формах (кулеподібні, конічні, циліндричні) і кольорі шкірки (жовті, оранжеві, червоно-оранжеві). М'якуш також варіюється за смаком, консистенцією і терпкістю.

Плоди поділяються на три основні категорії:

1. Константні сорти — плоди терпкі в твердому стані, але стають придатними для вживання при повному достиганні (від 10 до 40–50 днів після збору).

2. Варіюючі сорти — тверді плоди солодкі при наявності трьох і більше насінин, безнасіннєві плоди — терпкі в твердому стані.

3. Нетерпкі сорти — плоди стають солодкими після набування характерного кольору, незалежно від наявності насіння.

Насіння хурми східної значно крупніше за насіння інших видів хурми, його розмір варіюється від 1,5 до 3,0 см, і форма змінюється в залежності від сорту. Під час дозрівання шкірка насіння стає коричневою і менш щільною, тому воно швидко висихає на повітрі і втрачає схожість.

Морозостійкість хурми східної варіюється в залежності від сорту. Дорослі дерева можуть витримувати зниження температури до -16–18°С, а інколи й до -22°С, зберігаючи врожай на наступний рік. Однак ці сорти потребують укриття в суворіші зими, особливо в молодому віці.

В Україні хурма східна щеплюється на крону хурми віргінської, що дозволяє підвищити її зимостійкість. Відомі сорти хурми східної, такі як *Костата*, *Нітарі*, *Шоколадна* та *Батумський II*, витримували зниження температури до -26,7°С в зиму 2005–2006 років, хоча і зазнали пошкодження деревини, але відновилися і наступного року дали врожай.

Вже сьогодні в колекційних насадженнях Державного підприємства «Дослідне господарство „Новокаховське“» Інституту рису НААН є кілька зразків хурми східної, які добре адаптовані до місцевих умов. Останні три роки

ці дерева плодоносять щорічно, знімання врожаю відбувається в другій половині жовтня. Плоди набувають знімальної стиглості, але не потрапляють під перші приморозки. Після збору вони можуть дозрівати вдома, в лежці.

Ведеться робота з інтродукції зразків хурми східної з Закарпаття, що дозволить поповнити колекцію і підвищити кількість морозостійких сортів для вирощування в більш північних регіонах України.

Хурма східна, завдяки своїй величезній варіативності в плодових характеристиках, здатна стати цінним плодом для місцевих садівників і фермерів. Завдяки роботі з інтродукцією та селекцією морозостійких сортів, хурма східна має шанс на більш широке поширення в Україні, особливо в теплих південних регіонах, а також у районі Закарпаття, що ідеально підходить для цієї культури.

**Хурма гібридна** (*Diospiros kaki* × *Diospiros virginia*). У 1957 році вченим з Нікітського ботанічного саду А. К. Пасенковим було отримано перший міжвидовий гібрид хурми східної та віргінської, який отримав назву. Це значне досягнення стало основою для розвитку селекції хурми, а також ключовим моментом для її поширення в Україні, Молдові. Особливістю є її висока морозостійкість — вона здатна витримувати короткочасне зниження температури до -27°С. Водночас цей сорт має деякі обмеження, зокрема невеликі розміри плодів (від 50 до 90 г), хоча іноді можна зустріти плоди масою до 110 г.

Нікітська Бордова — відрізняється більшими плодами та кращими смаковими якостями, ніж Росіянка, але має меншу морозостійкість (витримує температури до -24°С).

Новінка — однодомний сорт, який є хорошим запилювачем для як хурми східної, так і для гібридних сортів.

Ці сорти дали поштовх для подальших досліджень і створення нових гібридів, що поєднують кращі характеристики батьківських видів, зокрема великі розміри плодів (від 50 до 250 г) і високий рівень морозостійкості (від -20 до -27°С, залежно від сорту).

Сьогодні в селекційній роботі, зокрема в Державному підприємстві «Дослідне господарство «Новокаховське» Інституту рису НААН, особливу увагу приділяють гібридним сортам хурми, зокрема Нікітській Бордовій та її нащадкам, а також хурмі східній.

В результаті багаторічної селекційної роботи, були визначені кілька перспективних сортів: Хурма віргінська: Meeder, Djon Rik, NC-10, Korp, Prok, Evelin, Szukis. Хурма гібридна: Нікітська Бордова, Соснівська, Подарунок осені. Хурма гібридна: Гора Говерла, Гора Роман Кош, Гора Роджерс, Універсал, Аграрна, Степова Красуня. Хурма східна: Нітірі, Костата, Шоколадна.

Зразки хурми також оцінюються за ступенем адаптації до місцевих кліматичних умов:

Хурма віргінська: Meeder, Djon Rik, NC-10, Korp, Prok, Evelin, Szukis.

Ці результати свідчать про успішну адаптацію деяких сортів хурми до умов південних регіонів України, що дозволяє сподіватися на широке поширення цих культур у сільському господарстві. Селекційна робота триває, і кожен новий сорт додає цінні характеристики, які дозволяють збільшити врожаї та підвищити стійкість до холодів.

# РОЗДІЛ 3.
# УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження, які проводилися протягом 2024–2025 років, мали на меті вивчення методів мікроклонального розмноження хурми в умовах *in vitro* та *in vivo*. Ці дослідження здійснювались у кількох лабораторіях та на колекційних ділянках у м. Умань, що розташоване в південно-західній частині Черкаської області.

Лабораторія мікроклонального розмноження кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС: Тут проводились експерименти з клітинним розмноженням, де вивчали техніки мікроклонального розмноження різних сортів хурми. Метою було розробити ефективні методи вегетативного розмноження через мікроклональне розмноження для швидкого отримання здорових рослин з бажаними характеристиками, зокрема морозостійкістю та великими плодами.

Лабораторія мікроклонального розмноження відділу фізіології, генетики, селекції та біотехнології рослин: Тут, ймовірно, також проводили аналізи та тести для оцінки ефективності використання мікроклональних методів для збереження генетичних характеристик та поліпшення селекційних параметрів, таких як стійкість до хвороб та стресових умов.

Колекційна ділянка нетрадиційних плодових культур кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології: Це була основна локація для вирощування рослин в реальних умовах. Колекційна ділянка дозволяє спостерігати за адаптацією рослин хурми до місцевих умов Черкаської області, включаючи температурні коливання, рівень вологості та типи ґрунтів. Тут відбувалось випробування рослин, вирощених за допомогою мікроклонального розмноження.

Інтродукційно-виробничий розсадник НДП „Софіївка”: На цій ділянці проходили дослідження, спрямовані на вирощування та адаптацію нових сортів хурми до умов південних регіонів України. Важливою частиною роботи є

інтеграція нових сортів у господарські виробничі умови для визначення їх продуктивності та перспективи для інтенсифікації плодових культур.

Основні цілі та завдання дослідження:

1. Вивчення ефективності мікроклонального розмноження для швидкого та масштабного виробництва високоякісних рослин хурми з використанням сучасних біотехнологічних методів.

2. Оцінка морозостійкості та адаптації сортів хурми, отриманих за допомогою in vitro та in vivo методів, до кліматичних умов південно-західної частини Черкаської області.

3. Аналіз продуктивності нових сортів хурми в умовах відкритого ґрунту, оцінка стійкості до хвороб та шкідників, а також врожайності.

4. Інтродукція перспективних сортів хурми в умовах України з врахуванням екологічних та агротехнічних факторів для визначення їх потенціалу для промислового вирощування.

Це дослідження має важливе значення для подальшого розвитку хурмового садівництва в Україні та для створення високопродуктивних, морозостійких сортів, адаптованих до місцевих умов.

### 3.1. Лабораторні умови й методика проведення досліджень

У дослідженнях було використано кілька сучасних біотехнологічних методів для мікроклонального розмноження хурми, зокрема стерилізація вегетативних бруньок, культивування в середовищах з різними регуляторами росту та оптимізація умов зберігання рослин у холодильних камерах. Ось детальний опис методів, що були використані:

1. Матеріал для досліджень: Чотири сорти хурми, що вирощуються в колекції НДП "Софіївка". Це дозволяє провести порівняння різних сортів за їх мікроклональними властивостями та адаптаційними особливостями.

2. Стерилізація експлантів: Вегетативні бруньки хурми були оброблені для стерилізації в кілька етапів:

1 хвилина в 70%-му етанолі для первинного знезараження.

15 хвилин у розчині, що містить 0,3-0,4% $Cl_2$ (Дез ТАБ, Китай).

15 хвилин у 1%-му розчині Thimerosal (Sigma, США) з додаванням Tween 20 (Sigma, США), що забезпечує додаткову стерильність.

Після кожної обробки експланти промивали тричі стерильною дистильованою водою.

3. Культивування на живильному середовищі: Для культивування експлантів використовували середовище MS (Murashige and Skoog, 1962), яке доповнювали:

30 г/л сахарози,

10 г/л агар-агару,

регулятори росту:

6-бензиламінопурин (БАП)** в концентраціях від 1,0 до 5,0 мг/л,

зеатин в концентраціях від 0,7 до 2,0 мг/л,

β-індоліл-3-масляна кислота (ІМК) в концентраціях від 0,1 до 0,3 мг/л.

Після автоклавування середовище коригували по pH (5,7) за допомогою 1-н розчину NaOH.

4. Умови культивування:

Температура: 24±1 °C.

Фотоперіод: 16 годин освітлення з інтенсивністю 37,5 мкМ-2·с$^{-1}$.

Для стимулювання росту було встановлено стелажі, що забезпечують рівномірне освітлення і температуру.

5. Оздоровлення рослин від вірусів:

Для оздоровлення рослин від вірусної інфекції використовували рибавірин (віразол) в концентрації 10 мг/л в середовищі.

6. Умови депонування експлантів:

Експланти також культивували в умовах депонування (зберігання при низьких температурах), що дозволяє оцінити їх життєздатність та стійкість до стресових умов:

Температура депонування: 4, 6, 8, 10, 12, 14 °C.

Освітленість: від **1,25 до 3,75 мкМ-2·с$^{-1}$**.

7. Аналіз і оцінка рослинного матеріалу:

Через 6 місяців культивування проводили оцінку таких параметрів:

Довжина мікропагонів.

Забарвлення експлантів.

Кількість адвентивних мікропагонів.

Кількість листя та коренів на мікропагоні.

Життєздатність рослин.

Всі ці параметри дозволяють оцінити кінетику зростання рослин в умовах різних середовищ та температурних режимів.

8. Статистичний аналіз:

Для обробки отриманих даних використовували програмне забезпечення SPSS 17.

Дисперсійний аналіз (ANOVA) допомагав виявити статистичні відмінності між методами культивування та ефективністю використання регуляторів росту.

Порівняльний тест Дункана застосовували для визначення різниць між середніми значеннями при альфа-рівні 0,05.

Ці методи дозволяють не тільки удосконалити техніки мікроклонального розмноження хурми, але й допомагають вивчити здатність рослин до адаптації та збереження життєздатності в різних умовах. Завдяки використанню новітніх біотехнологій можна отримати високоякісні рослини хурми з покращеними характеристиками: морозостійкістю, високою врожайністю та стійкістю до стресів. Подальші дослідження можуть зосередитись на оптимізації параметрів для культивування та зберігання рослин хурми, а також на дослідженні їх генетичних особливостей для подальшої селекції та інтеграції в аграрне виробництво України.

# РОЗДІЛ 4.
# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Хурма Diospyros kaki є важливим плодовим деревом помірного клімату, популярним у багатьох країнах. Вона має численні сорти з різними характеристиками, які зазвичай розмножуються за допомогою традиційних методів, таких як окулірування або щеплення на різні підщепи. Однак з технологічного погляду виведення нових сортів хурми і їх масове розмноження стикаються з рядом викликів.

Найпоширеніший спосіб розмноження хурми — це щеплення або окулірування на підщепах D. kaki, D. lotus (кавказька хурма) або D. virginiana (віргінська хурма).

Підщепи, вирощені з насіння, використовуються через свою стійкість, проте вони не завжди підходять для всіх сортів хурми, оскільки деякі сорти не можуть бути прищеплені на D. lotus, через несумісність та специфічні вимоги до морозостійкості.

D. kaki має погану здатність до вкорінення, що ускладнює застосування методу вирощування рослин з живців.

Крім того, непряме вкорінення через калюс (основний метод мікророзмноження для більшості рослин) є складним, і лише кілька сортів хурми виявляють задовільну регенерацію.

Розроблені методи регенерації **in vitro** поділяються на **пряму регенерацію** (за допомогою сплячих бруньок або кінчиків коренів) і **непряму регенерацію** через утворення калюсу з різних частин рослини (сплячих бруньок, верхівок і листя).

Пряма регенерація забезпечує створення нових рослин з безпосереднім відновленням клітин, тоді як непряма регенерація через калюс дозволяє створити кілька нових рослин з одного початкового експланту. Однак цей процес є менш стабільним і не завжди дає високі результати.

Низька здатність до вкорінення** — хурма має слабку здатність до вкорінення мікрогілок, що ускладнює масштабне розмноження навіть за допомогою методів in vitro.

Висока чутливість до трансплантації:** рослини, отримані in vitro, часто мають слабку приживлюваність при переміщенні з лабораторних умов (in vitro) у природні (in vivo), що робить процес адаптації рослин до реальних умов дуже складним.

Розробка ефективних і надійних процедур для **регенерації in vitro** є важливою задачею для сучасної біотехнології. Це дозволить не тільки покращити клонування сортів хурми, але й розробити нові **самовкорінені сорти**, що не потребують щеплення.

Одним із ключових аспектів, що ускладнюють селекцію хурми, є морозостійкість:

Багато традиційних сортів хурми не здатні витримувати морози, тому важливо створити такі сорти, які будуть більш стійкими до низьких температур.

Використання гібридних сортів, таких як які поєднують властивості морозостійких видів (наприклад, D. virginiana), може стати вирішенням цієї проблеми.

Продовження досліджень в області біотехнологій дозволить знайти нові методи покращення здатності хурми до вкорінення і стійкості до несприятливих умов (морозів, хвороб тощо).

Розвиток генетичних досліджень допоможе виявити гени, відповідальні за стійкість до морозу, і дозволить отримувати морозостійкі сорти хурми за допомогою молекулярного маркерного контролю.

З використанням міжвидових гібридів і технологій мікроклонального розмноження можна створити нові сорти, які поєднують найкращі якості (плодові характеристики, морозостійкість, адаптованість до різних умов).

Розвиток таких методів допоможе значно підвищити продуктивність хурми в Україні та інших країнах з помірним кліматом.

## 4.1. Індукція морфогенезу хурми в культурі *in vitro*

Плоди хурми є корисними та поживними, підходять для споживання як у свіжому вигляді, так і після обробки. М'якуш дозрілих плодів містить широкий спектр вітамінів, каротиноїдів, мікро- та макроелементів, а також органічні сполуки йоду, кальцію і заліза. Традиційні методи вегетативного розмноження плодових культур є досить трудомісткими і недостатньо ефективними. Однак сучасні біотехнології рослин дозволяють отримати генетично стабільні й оздоровлені регенеранти. Розроблені методи регенерації сортів хурми з вегетативних бруньок, висікання листя та культивування калюсу in vitro. Дослідження показали залежність регенераційної здатності експлантів різних сортів східної хурми від термінів ізоляції, методів стерилізації та наявності регуляторів росту в поживному середовищі. Застосування технологій культури тканин і органів дозволяє здійснювати масове розмноження видів, сортів і форм, а також створювати колекції рослин, що ростуть повільно. Створення колекцій рослин in vitro є важливою складовою стратегії збереження біологічної різноманітності. Метою цієї роботи було вдосконалення способу регенерації мікропагонів хурми східної сортів «Сувенір Осені» та «Південна Красуня» селекції Нікітського ботанічного саду, а також подальша оптимізація умов для безпересадного 12-місячного зберігання хурми in vitro в рамках створення генобанку цінних рослин.

Максимальна кількість експлантів, що регенерували мікропагони, була досягнута в період з грудня по лютий. На живильному середовищі МС з половинною концентрацією азоту через 6 тижнів культивування спостерігалося формування розетки листя, а згодом — мікровтечі. Було виявлено, що ізольовані вегетативні нирки хурми різних сортів, які вивчалися, мали різний морфогенетичний потенціал. На 4-му тижні культивування у експлантів сорту «Південна Красуня» спостерігалося висунення 1–3 листків, тоді як у експлантів сорту «Сувенір Осені» — лише 1 листок. Різниця в морфогенетичному потенціалі експлантів спостерігалась на всіх етапах їх розвитку. В

експериментах також було вивчено вплив 6-БАП на індукцію пагоноутворення у сортів хурми, що досліджувалися, з закритих вегетативних нирок в умовах in vitro. Зазначено, що найбільш ефективним для клонального мікророзмноження хурми є використання зеатину на етапі індукції пагоноутворення та масового розмноження. На етапі введення експлантів часто використовують БАП, а зеатин застосовують для подовження та формування адвентивних мікропагонів.

У варіантах середовища МС з 2,0 мг/л БАП середня кількість пагонів на експлант становила: 1,4±0,3 шт. — для сорту «Сувенір Осені», 1,7±0,3 — для сорту «Південна Красуня», 1,6±0,4 — для сорту «Нікітська бордова» та 1,8±0,2 — для сорту «Золотиста» (табл. 1).

Таблиця 1

Коефіцієнт розмноження сортів хурми відповідно концентрації 6-бензиламінопурину, мг/л

| Сорт | Концентрація 6-БАП | | |
|---|---|---|---|
| | 2 | 4 | 5 |
| Сувенір осені | 1,4±0,3 | 2,0±0,4 | 3,7±0,2 |
| Південна красуня | 1,7±0,3 | 2,7 ± 0,4 | 3,5±0,4 |
| Нікітська бордова | 1,6±0,4 | 2,5±0,3 | 4,1±0,2 |
| Золотиста | 1,8±0,2 | 2,3±0,4 | 3,4±0,3 |
| *Середнє* | 1,6±0,2 | 2,4±0,2 | 3,6±0,3 |
| *$НІР_{05}$* | *0,5* | *0,7* | *0,3* |

Максимальна кількість нормально розвинених мікропагонів була отримана на середовищі МС, доданому 4 мг/л 6-БАП: для сорту «Сувенір Осені» — 2,0±0,4 шт., для сорту «Південна Красуня» — 2,7±0,4 шт., для сорту «Нікітська бордова» — 2,5±0,3 шт., і для сорту «Золотиста» — 2,3±0,4 шт. Підвищення концентрації 6-БАП до 5 мг/л призвело до незначного збільшення кількості мікропагонів (в середньому коефіцієнт розмноження становив 3,6±0,3 шт.), але більша частина пагонів була обводненою, що унеможливлювало подальше субкультивування. Подальше мікрочеренкування в умовах in vitro дозволило збільшити кількість мікропагонів.

Для подовження пагонів хурми субкультивування проводили на середовищі Мурасіге-Скуга з додаванням 0,5 мг/л, 1,0 мг/л і 1,5 мг/л зеатину. Середня довжина мікропагонів через 4 тижні культивування коливалась від 0,5 до 3,2 см. (табл. 2). При концентрації 0,5 мг/л зеатину довжина пагонів не перевищувала 0,6 см. Найкращий результат був досягнутий при додаванні 1,0 мг/л зеатину: найбільший приріст спостерігався у сорту «Південна Красуня» — 3,1 см, а найменший — у сорту «Сувенір Осені» — 1,9 см. Довжина пагонів у сортів «Нікітська бордова» та «Золотиста» становила 2,7 см та 2,4 см відповідно. При збільшенні концентрації зеатину до 1,5 мг/л приріст пагонів був незначним для всіх сортів, що свідчить про те, що подальше збільшення концентрації зеатину веде лише до зростання затрат без суттєвого покращення результатів.

Таблиця 2

Довжина мікропагонів відповідно до концентрації в живильному середовищі зеатину, мг/л

| Сорт | Концентрація зеатину | | |
|---|---|---|---|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| Сувенір осені | 0,4±0,02 см | 1,9±0,04 см | 1,9±0,02 см |
| Південна красуня | 0,6±0,04 см | 3,1±0,07 см | 3,2±0,04 см |
| Нікітська бордова | 0,5±0,03 см | 2,7±0,02 см | 2,6±0,03 см |
| Золотиста | 0,3±0,05 см | 2,4±0,05 см | 2,5±0,03 см |
| *Середнє* | 0,5±0,04 | 2,5±0,05 | 2,6±0,03 |
| *$НІР_{05}$* | *0,1* | *0,3* | *0,2* |

У власному дослідженні непрямої регенерації мікропагонів у культурі листових експлантів двох сортів східної хурми в умовах in vitro було вивчено вплив тидіазурону (ТДЗ) в живильному середовищі. Результати показали, що калусоутворення на середовищі МС, з додаванням 1,1 та 1,7 мг/л ТДЗ, відбувалося активніше при культивуванні в термостаті. Подальше культивування при температурі 24±1 °С, 16-годинному фотоперіоді та інтенсивності освітлення 37,5 мкМ $м^2 \cdot с^{-1}$ призводило до формування кулястих структур на поверхні калусу, з яких згодом розвивалися мікропагони. Ці

результати узгоджуються з даними, отриманими для сортів хурми «Нікітська Бордова» та «Золотиста».

Частота пагоноутворення з висічок листя досягала 65–79 % через 6 тижнів культивування на середовищах з 1,1 та 1,7 мг/л ТДЗ. Гістологічний аналіз калусів сортів «Південна Красуня» та «Сувенір Осені» показав, що вони складаються з щільних скупчень паренхімних клітин, у яких слабко виражені цитоплазматичні та ядерні структури. Клітини з більш щільною цитоплазмою і чітко вираженими ядрами спостерігалися на периферії структур. У зовнішніх шарах калусних структур розміщувалися клітини з потовщеними стінками та цитоплазмою, насиченою включеннями вторинних метаболітів. Зони проліферації клітин були відзначені як на периферії калусів, так і в середині паренхімних клітин. Меристематично активні клітини, що знаходяться на зовнішніх шарах калусної структури, здебільшого дають початок мікропагонів, що є характерним для сорту «Південна Красуня». Додатково виявлено випадки утворення глобулярних структур, що є типовими для ранніх стадій ембріогенезу в досліджуваних сортах.

У дослідженні було вивчено процеси мічення та регенерації мікропагонів хурми східної сорту «Сувенір Осені» та «Південна Красуня» в умовах in vitro, а також розроблено методи для тривалого зберігання рослинного матеріалу в генобанку. Спостереження показали, що гістогенез провідних елементів калусу супроводжується поляризацією клітин, потовщенням їх стінок і подальшою їх перфорацією. У першому пасажі отримано 4 мікропагони на експлант для сорту «Сувенір Осені» та 5 для сорту «Південна Красуня». Мікропагонів відокремлювали та субкультивували на середовищі МС, доданому 0,8–1 мг/л зеатину. Присутність 0,2 мг/л, 0,6 мг/л і 2,2 мг/л ТДЗ в середовищі сприяла формуванню неморфогенного калусу. Без додавання цитокінінів в середовище морфогенез не спостерігався.

Одним з основних завдань біотехнології є розробка умов для тривалого збереження цінних плодових рослин in vitro як резервного банку видів, сортів та форм різних культур. Проблемою при збереженні рослин при звичайних

температурах (20–26 °С) є старіння експлантів і втрата їх життєздатності внаслідок численних субкультивувань. Для успішного зберігання важливо визначити оптимальний рівень температури, який сповільнить метаболічні процеси і обмежить зростання рослин.

У дослідженнях було встановлено, що застосування низьких температур (4–6 °С) і осмотиків та ретардантів у живильному середовищі дозволяє сповільнити зростання і зберегти життєздатність рослин. За допомогою скринінгу культур, що зберігаються протягом 6 місяців, було визначено оптимальні концентрації осмотиків (ССС) у живильному середовищі — 0,2–0,4 г/л, що сприяють мінімалізації росту при збереженні життєздатності. При температурі 4–6 °С життєздатність експлантів хурми перебувала в межах 30–68 %, при цьому сегменти пагонів набували зелено-коричневого забарвлення, але не зростали. Збереження при температурі 8–14 °С призводило до уповільнення зростання експлантів в 1,5 рази порівняно з контролем.

Подовження зберігання експлантів до 12 місяців показало, що при температурі 8–10 °С життєздатність експлантів залишалася на рівні 80 %. При цьому спостерігався уповільнений ріст (в 2 рази менше порівняно з контролем) та поява бурого забарвлення з виділенням продуктів окислення поліфенолів в середовище. Підвищення температури до 12–14 °С спричиняло різке зниження життєздатності експлантів через некроз тканин і загибель рослин.

У результаті дослідження були розроблені методичні підходи для збереження рослинного матеріалу in vitro за умов уповільненого зростання, що дозволяє створювати генобанки цінних субтропічних плодових культур. Визначено стабілізуючу роль сахарози та осмотиків у середовищі ¼ норми МС для збереження життєздатності експлантів, а також оптимальні температури для зберігання (8–10 °С), що забезпечують збереження до 80 % життєздатності експлантів двох сортів хурми східної протягом 12 місяців.

Також встановлено два основних шляхи регенерації мікропагонів хурми східної: пряма регенерація в культурі вегетативних нирок при додаванні 4 мг/л БАП, та непрямий органогенез з висічок листя при додаванні 1,1–1,7 мг/л ТДЗ.

Гістологічний аналіз підтвердив наявність меристематично активних клітин на зовнішніх шарах калусних структур, що дають початок мікропагонів.

У нашому дослідженні використовували чотири зрілі сорти хурми звичайної (Diospyros virginiana) та один гібрид для вивчення їхнього мікророзмноження in vitro. Ці сорти зазвичай використовуються для виробництва фруктів, призначених для споживання та переробки м’якоті. Серед досліджуваних сортів:

D127M (чоловічий сорт, хороший підщепа для живцювання жіночих рослин, споріднений з «Dollywood»),

Голден Суприм (жіночий сорт, плоди великі та пізньостиглі, м'якоть прозора),

Szukis (чоловічий сорт з двостатевими ознаками, самозапилюється, дає великі плоди середнього строку дозрівання, розсада «Early Golden»),

Claypool H118 (жіночий сорт, ранньостиглий, з прозорою м'якоттю),

Гібрид 'RS' (гібрид між D. Virginiana та D. kaki, морозостійкий, плоди без насіння).

Щеплення здійснювали на сіянську підщепу хурми звичайної, вирощеної в теплиці. Усі активно зростаючі стебла 2-річних щеплених підщеп дезінфікували за допомогою 70% етанолу протягом 30 секунд, а потім обробляли 15% розчином відбілювача (5,25% гіпохлориту натрію) протягом 15 хвилин. Після цього експланти промивали стерильною деіонізованою водою чотири рази.

Для культивування експлантів використовували базальне середовище Мурасіге-Скуга, доповнене 10 мкМ зеатину, 3% сахарози та 0,7% агару (Bacto agar). Середовище підлаштовували під pH 5,8 перед автоклавуванням. Культури експлантів витримували при 16-годинному фотоперіоді (80 мкмоль•м$^{-2}$•с$^{-1}$) за температури 25 ± 2°C. Середовище змінювали кожні 3 тижні, поки один пагін не подовжувався з бутону. Для збільшення кількості клональних пагонів мікропагони регулярно субкультивували через вузлові зрізи.

Мікропагони успішно розвивалися in vitro протягом 2-3 місяців на середовищі MS з 10 мкМ зеатину, причому всі вузлові експланти дали принаймні один пагін для безперервного мікророзмноження. Середовище MS з зеатином було визнано одним із найкращих для підтримки росту пагонів хурми D. kaki in vitro. У наших дослідженнях зеатин у концентраціях 4,56 мкМ або 13,69 мкМ викликав найкращий ріст пагонів з вузлових експлантів хурми.

Раніше було відомо, що для D. kaki найкращі результати дають середовища, збагачені зеатином (10 мкМ) або іншими цитокінінами, такими як БАП (6-бензиладенін). У нашому дослідженні ми застосували зниження концентрації зеатину до 5 мкМ, що стало ефективною стратегією для безперервного мікророзмноження звичайної хурми через вузлові зрізи, оскільки ця концентрація вже була перевірена і ефективна для кількох сортів D. kaki.

Таким чином, за допомогою вищезгаданих методів вдалося створити стабільну систему мікророзмноження для чотирьох сортів звичайної хурми та одного гібриду, забезпечивши можливість їх подальшого використання у біотехнологічних програмах для створення генобанків і для вирощування плодових рослин з бажаними характеристиками.

### 4.2. Індукція ризогенезу хурми в культурі *in vitro*

Після того, як було опрацьовано технологію індукції морфогенезу сортів хурми, почали досліджувати індукцію ризогенезу для цих сортів у культурі in vitro. Мікропагони довжиною 2-3 см індукували на середовищі Мурасіге-Скуга (MS) з удвічі зниженими концентраціями компонентів: 100 мг/л флороглюцинолу, 0, 5, 10 або 15 мкМ ІБА, 3% (мас./об.) сахарози, 0,7% (маса/об’єм) бакто-агару. Культивування відбувалося в контейнерах Magenta GA-7 (по одному пагона в посудину, 50 мл середовища). Перед автоклавуванням pH середовища регулювали до 5,8. Для кожного сорту проводили від 3 до 5 повторів з вісьмома пагонами на обробку. Культури інкубували при 25±2°C в темряві протягом 10 днів для стимуляції укорінення, після чого переносили на 16-годинний фотоперіод, що забезпечувався холодно-

білими флуоресцентними лампами, при 25±2°C. Кількість пагонів, що утворили корені, кількість коренів на кожному пагоні та їх довжина фіксувались через 4 тижні на світлі. Вкорінені рослини обережно виймали з агарового середовища і пересаджували в пластикові горщики розміром 10×10 см, заповнені автоклавною сумішшю для горщиків, що містила 65% торфу, перліту, вермикуліту, поживних речовин, зволожувача та доломітового вапняку (Fafard Super-Fine Germinating Mix, Agawam, MA). Рослини вирощували при 16-годинному фотоперіоді (80 мкмоль•м²•с¹) при 25±2°C. Перед пересадкою весь агар видаляли з коренів. Горщики поміщали в пластикові мішки об'ємом 3,8 л з чотирма отворами для забезпечення повітрообміну. Мішки поступово відкривали протягом 2-4 тижнів для адаптації рослин до зовнішніх умов. Рослини поливали раз на тиждень до повного відкриття мішків, а потім – за потреби. Через 4-6 тижнів рослини пересаджували в теплицю. За потреби застосовували підкислену воду з водорозчинними добривами для підтримки оптимального складу поживних речовин.

Укорінення мікропагонів досліджували для всіх сортів за різних концентрацій індолілоцтової кислоти (ІОК). Найкращим середовищем для укорінення виявилось MS з половинними концентраціями макро- та мікросолей, а також додаванням 5 та 10 мг/л ІОК. Найкраще укорінення спостерігалось у сортів *Сувенір осені* (76%; 3,2±1,5 кореня на пагін) і *Південна красуня* (87%; 3,9±0,7 кореня на пагін) при концентрації 5 мг/л ІОК. У сорту *Нікітська бордова* спостерігали найбільше укорінення (18,1%) на середовищі MS із 5 мкМ (0,5±0,8 кореня на пагін) та 15 мкМ ІВА (1,3±1,2 кореня на пагін). При 10 мкМ ІВА цей сорт утворював в середньому 5,3±2,6 кореня на пагін. Сорт *Золотиста* показав найкращий результат — 91% укорінених мікропагонів, з середнім числом коренів 1,2±1,4 на пагін, в порівнянні з лише 16% укорінених пагонів у інших сортах.

Таблиця 3

Укорінення сортів хурми в культурі *in vitro*

| Сорт | Концентрація ІОК | | |
|---|---|---|---|
| | 5 | 10 | 15 |
| Сувенір осені | 3,2±1,5 см (76 %) | - | - |
| Південна красуня | 3,9±0,7 см (87 %) | - | - |
| Нікітська бордова | 0,5±0,8 см (18,1 %) | - | 1,3±1,2 см (36,2 %) |
| Золотиста | 1,2±1,4 (16%) | 5,3±2,6 (91 %) | - |
| $HIP_{05}$ | *0,23* | | |

Верхівки пагонів японської хурми, що культивувались на середовищі з 20 мкМ БК, приживалися краще, ніж пагони 23 сортів, вирощених на середовищі з 10 мкМ зеатину. Пагони японської хурми вирощували на середовищі MS половинної міцності (де концентрація азоту була зменшена на половину), обробляли 1,23 мкМ ІВА протягом 15-30 секунд і потім культивували в темряві на середовищі без регуляторів росту. Найкращий відсоток укорінення спостерігався залежно від сорту через 9 днів. У попередньому звіті зазначалося, що пагони японської хурми, укорінені за допомогою вищих концентрацій ІВА, були слабшими, і деякі з них загинули. Виявилося, що пагони, створені з використанням БА (6-бензиламінопурину), а потім розмножені з використанням 2iP або зеатину, мали вищий потенціал укорінення, ніж пагони, вирощені лише на зеатині. Однак багато сортів можна було створити тільки з використанням зеатину. Вкорінення серед 95 сортів D. kaki варіювало від 0% до 100%, а у двох генотипів D. virginiana спостерігалося укорінення на рівні 60% і 100% (назви сортів не вказуються). 25 сортів не укоренилися. Додаткові пагони, регенеровані in vitro з кореневих сегментів японської хурми, також укорінювались (від 0% до 100% в залежності від сорту) за допомогою занурення в 1,25 мМ ІВА. Було показано, що флороглюцинол має синергетичний ефект з ауксинами, зокрема з ІВА, і стимулює укорінення в кількох деревних видів, таких як Malus і Prunus. У цьому дослідженні експлантати хурми віргінської чотирьох зрілих сортів і одного гібрида були створені in vitro на середовищі MS з 10 мкМ зеатину. Середовище MS половинної міцності, що містило від 5 до 15 мкМ ІВА, сприяло

укоріненню залежно від сорту. Вкорінені рослини кожного генотипу були успішно акліматизовані в теплиці і продовжували нормально рости й розвиватися. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на розширення *in vitro* цих сортів, покращення укорінення та акліматизації рослин до умов *in vivo*.

# РОЗДІЛ 5.
# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

В умовах сучасного впровадження нових технологій і технічних засобів для механізації виробничих процесів, а також використання індустріальних технологій у сільському господарстві, особливу важливість набуває проблема охорони праці. Охорона праці — це система заходів, які включають правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні аспекти, спрямовані на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності [52].

Законодавство України в галузі охорони праці включає низку важливих законів, серед яких основними є Закон України «Про охорону праці» та Кодекс законів про працю (КЗпП). Крім того, до законодавчої бази належать закони, такі як «Про загальнообов’язкове соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, що призвели до втрати працездатності», «Про охорону здоров’я» та «Про загальнообов’язкове соціальне страхування у разі тимчасової втрати працездатності, а також витрат, зумовлених народженням або похованням». Доповнюють їх міжгалузеві та галузеві нормативні акти, які включають стандарти, інструкції, правила, норми та інші документи, що мають юридичну силу та є обов’язковими для виконання всіма установами та працівниками України [53].

Безпека робіт у лабораторіях мікробіологічного профілю повинна забезпечуватись згідно з вимогами ГОСТ 12.3.00275, 12.1.008–76, ДСП №9.9.5.035.99, а також іншими чинними нормативними актами [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, сенсибілізуючі, 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 суворо дотримуватися правил охорони праці та здійснювати профілактичні заходи для їх запобігання. Концентрації шкідливих виробничих факторів мають відповідати встановленим санітарним нормам, а лабораторія повинна бути обладнана водопроводом, каналізацією, електроживленням, засобами зв'язку, вентиляцією, опаленням і газифікацією.

При роботі з культурами мікроорганізмів і в усіх випадках, що стосуються їх зберігання і переміщення в межах лабораторії, працівники повинні керуватися «Положенням про порядок обліку, зберігання, обігу, відпуску та пересилки культур бактерій, вірусів, рикетсій, грибів, найпростіших, мікоплазм, бактерійних токсинів біологічного походження».

До лабораторії висуваються особливі вимоги щодо її приміщення. Поверхня стін повинна бути водостійкою і легко митися. На висоту 1,5 м стіни облицьовують глазурованою плиткою або фарбують олійною фарбою світлих відтінків. У автоклавних, боксах і віваріях стіни облицьовуються плиткою на

всю висоту або іншими матеріалами, дозволеними МОЗ України. Підлога в лабораторних приміщеннях повинна бути гладкою, стійкою до дії дезінфекційних засобів і легко митися, без дефектів, таких як щілини чи тріщини. Шви між листками лінолеуму повинні бути пропаяні, а стики стін, підлоги і стелі мають бути закруглені для зручності прибирання. Підвісні стелі повинні бути герметичними і забезпечувати можливість їх очищення та дезінфекції. Проходи до робочих місць або між обладнанням повинні бути не менше 1,5 м. Двері у виробничих приміщеннях повинні бути гладкими, без виступів, а вікна та двері в «заразних» зонах — герметичними.

Бокс для досліджень повинен мати два відділення: бокс і передбоксник, розділені скляною перегородкою. Передбоксник використовується для одягання стерильного одягу та проведення допоміжних робіт. У ньому також розміщують шафи для зберігання стерильних матеріалів і спецодягу. Бокси повинні бути оснащені припливно-витяжною вентиляцією, з подачею стерильного повітря через бактеріальні фільтри. Місця роботи з мікробіологічним матеріалом оснащуються ультрафіолетовими лампами, а вимикачі для них повинні бути розташовані поза боксом і передбоксником. Перебування в приміщенні під час роботи ультрафіолетових ламп забороняється.

Персонал лабораторії повинен бути забезпечений медичними халатами, шапочками, змінним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт і діючих галузевих норм. Спеціальний одяг та взуття повинні відповідати умовам роботи і забезпечувати безпеку праці. Вони повинні підбиратися індивідуально для кожного працівника і зберігатися окремо від особистого одягу. Спеціальний одяг має бути таким, щоб краї рукавів і подолу повністю закривали особистий одяг, а взуття — легко митися та оброблятися. Заборонено носити тканинне взуття або взуття з відкритим носком. Зміна робочого одягу повинна проводитися за потреби, але не рідше ніж один раз на тиждень. Для роботи в боксах крім основного спецодягу необхідно мати стерильний комплект: халат, шапочку,

маску, гумові рукавички та бахіли, які зберігаються в передбокснику. Оптимальним є використання одноразового стерильного одягу.

Зберігання хімічних реактивів має здійснюватися відповідно до методичних вказівок №2684-73. Особи, які не досягли 18 років, а також вагітні, не допускаються до роботи в лабораторії. Працівники, які мають справу з автоклавами або балонами зі стиснутими або скрапленими газами, повинні пройти спеціальну підготовку та мати посвідчення про допуск до роботи з ними. Навчання і атестація персоналу, що працює з посудинами під тиском, проводиться в професійно-технічних училищах, учбово-курсових комбінатах або на спеціальних курсах, організованих за узгодженням з органами Держнагляду охорони праці. Індивідуальна підготовка неприпустима.

Відповідальність за організацію та дотримання біологічної безпеки в установі несе керівник, а в підрозділах — їх завідувачі або керівники. Контроль за виконанням вимог цих правил покладається на заступника керівника установи.

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.

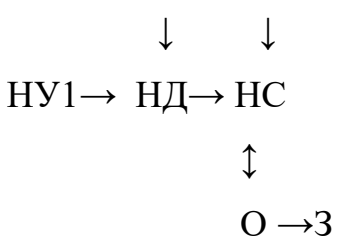
Маючи певні знання і уміння з охорони праці з високою підготовкою працівників біотехнологів, високою дисципліною і розумінням за доручену справу дає можливість відповідальним працівникам за охорону праці, досягати вагомих результатів.

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 (ZnSO4)

- О – отруєння
- З – захворювання

Модель процесу:




Тому, для використання безпечних умов праці в лабораторії потрібно:

– вчасно проводити засідання з працівниками;

– виконувати санітарно-гігієнічних норми;

– забезпечувати робітників харчуванням в зв'язку з вредними умовами і створювати сприятливі умови відпочинку;

- контроль зі сторони спеціалістів за виконання правил безпеки і охорони праці робітниками [35,42].

Пестициди як біологічно активні речовини часто мають негативний вплив на навколишнє середовище. Не відмінною умовою захисту довкілля є бездоганне дотримання всіх регламентів щодо застосування їх норм внесення, строків, способів тощо.

# ВИСНОВКИ

1. Традиційні методи вегетативного розмноження плодових культур є трудомісткими та недостатньо ефективними. Однак сучасні біотехнології рослин дають змогу отримувати необхідну кількість генетично стабільних і оздоровлених регенератів. Розроблені методи регенерації окремих сортів хурми за допомогою вегетативних бруньок, висікання листя та культивування калюсу в умовах *in vitro*.

2. Найбільша кількість нормально розвинених мікропагонів була отримана на середовищі МС, доповненому 4 мг/л 6-БАП: у сорту Сувенір осені — 2,0±0,4 шт., у сорту Південна Красуня — 2,7±0,4 шт., у сорту Нікітська бордова — 2,5±0,3 шт., а у сорту Золотиста — 2,3±0,4 шт.

3. Найкращий результат був отриманий при додаванні 1,0 мг/л зеатину до живильного середовища. Найбільша довжина пагонів спостерігалася у сорту Південна красуня — 3,1 см, а найменша — у сорту Сувенір осені — 1,9 см. Довжина пагонів у сортів Нікітська бордова і Золотиста становила 2,7 см і 2,4 см відповідно.

4. Укорінення мікропагонів було проведено для всіх сортів при різних концентраціях індолилоцтової кислоти (ІОК). Найкращими виявились середовища МС з половинними концентраціями макро- і мікросолей, доповнені 5 та 10 мг/л ІОК.

# РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

Для культивування сортів хурми використовувати прописи живильного середовища Мурасіге-Скуга з додаванням 6-БАМ, зеатину та ІОК.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрющенко А. В., Пількевич А. В., Глазачова Л. М., Пількевич Л. І., Нікітенко О. М., Нетіяга О. В. (упор.). (2013). 6. Експертиза сортів субтропічних видів (хранатник, інжир, хурма, маслина, фейхоа, зизифус, ківі). Методика державної науково-технічної (кваліфікаційної) експертизи сільськогосподарських видів рослин на придатність до розширення в Україні (плодові, ягідні, горіхоплідні, субтропічні, виноград та шовковиця). Випуск п'ятий (видання другого, виправлене і доповнене). Київ: Український інститут експертизи сортів рослин. С. 26–34. (українською мовою).

2. Атраментова, Л. О., Утієвська, О. М. (2007). Біометрія: підручник. Харків: Ранок. 176 с. (українською мовою).

3. Бублик, М. О., Китаєв, О. І., Кривошапка, В. А., Приймачук, Л. С., Бабіна, Р. Д., Дроник, Н. І., Шахнович, Н. Ф., … & Мельничук, Г. В. (2012). Особливості зимівлі садів плодових і малоплодових культур у 2011–2012 рр. Садівництво. том. 66. С. 287–295. (українською мовою).

4. Черняєв, В. П. (2012). Культура хурми в Криму і на Юге України. вид. Мельников В. П. 142 с. URL: http://sops. gov. ua/reestr-sortiv-roslin (перевірено 4 вересня 2018 р.). (російською).

5. Чіарміелло Л. Ф., Вудро П., Фуджі А., Понтекорво Г. та Карілло П. (2011). Рослинні гени абіотичного стресу. Абіотичний стрес у рослин - механізми та адаптації. [Ред.: Арун Кумар Шанкер і Б. Венкатесварлу]. Рієка: Janeza Tridne. Частина 3. Генетика та адаптація. гл. 13. Р. 283–308.

6. Крістофорі, В., Фаллово, К., Мендоса-де Гівес, Е., Рівера, К. М., Бігнамі, К. та Руфаель, Ю. (2008).

7. Неруйнівна аналогова модель для оцінки площі листя хурми (Diospyros kaki L. f.) на основі вимірювання довжини та ширини листя. European Journal of Horticultural Science. том. 73. № 5. С. 216.

8. Дерев'янко, В. М. (2007а). Результати перезимівлі (2005–2006 рр.) Diospyros kaki L. та її гібридів у деяких найбільш холодних районах

Криму. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Біологія.

9. № 12–14. С. 22–26. (українською мовою).

10. Дерев'янко, В. М. (2007б). Результати перезимівлі (2005–2006 рр.) хурми японської (Diospyros kaki L.) у НДР «Новокаховське» (Херсонська область, Україна). Чорноморський ботанічний журнал. том. 3. № 2. С. 60–66.

11. Дерев'янко В. Н. (2013). Інтродукція та перспективи господарського використання хурми кавказької (Diospyros lotus L.) на півдні України. Чорноморський ботанічний журнал. том. 9. № 4. С. 584–594. (українською мовою).

12. Дерев’янко, Н. В., Дерев’янко, В. Н. та Горбенко, Н. Й. (2016). Інтродукція хурми американської (Diospyros virginiana L.) в Україні. Науковий вісник УНФУ. том. 26. № 5. С. 48–59. (українською мовою).

13. Джигадло Е. Н., Сєдов Е. Н. та Огольцова Т. П. (1999). Програма і методика сортовиучення плодових, ягодних і орехоплодних культур. Орел: Изд-во ВНИИСПК. 606 с.

14. Феннелл, А. (2014). Геноміка та функціональна геноміка стійкості до низьких зимових температур плодових культур помірного клімату. Критичні огляди рослинництва. том. 33. № 2–3. С. 125–140. DOI: 10.1080/07352689.2014.870410.

15. Фізико-географічне районування. Національний атлас України (2007). [Голов. червоний. Л. Г. Руденко]. Київ: Картографія. С. 228–229. (українською мовою).

16. Генкель П. А. (1982). Фізіологія жаро- і засухоустойчивости растений. Москва: Наука. 280 с. (російською).

17. Глухов А. З., Хархота А. І., Прохорова С. І. та Агурова І. В. (2010). Адаптивні реакції рослин в стресових ситуаціях техногенних екотопів. Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: Матеріали VI міжнар. наук. конф. (Донецьк, 4–7 жовтня 2010 р.). Донецьк: НБС НАНУ. С. 28–30. (російською).

18. Григор'єва, О. & Клименко, С. (2008). Репродуктивна здатність хурми кавказької (Diospyros lotus L.) в умовах Лісостепу України. Субтропічне та декоративне садівництво. том. 41. С. 381–387. (російською).

19. Григор'єва, О. В. (2006). Оцінка зимостійких інтродукційних видів хурми в НБГ НАН України. Наукові основи збереження біорізноманіття. том. 7. С. 24–28. (українською мовою).

20. Грайм, Дж.П. (1989). Дебати про стрес: симптом неминучого синтезу? Біологічний журнал Ліннеївського товариства. том. 37. № 1–2. С. 3–17. DOI 10.1111/j.1095–8312.1989. tb02002. x.

21. Грохольський, В., Потанін, Д., Китайєв, О. та Бублик, М. (2008). Визначення морозостійкості плодових культур польовим методом. Садівництво. том. 61. С. 277–291. (українською мовою).

22. Громов А.А., Щукін В.Б., Хилько Л.Н. (2004). Зимостійкість рослини. Оренбург: Изд. центр

23. ОГАУ. 39 с. (російською).

24. Григор'єва, О. В. (2011). Морфолого-біоекологічні особливості та розмноження хурми східної (Diospyros virginiana L.) в умовах Лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України. № 2(24). Р. 1–20. (українською мовою).

25. Григор’єва О., Клименко С., Бриндза Й., Кочанова З., Тот Д., Дерев’янко В. та Грабовецька О. (2009). Інтродукція, розведення та використання видів хурми (Diospyros spp.) в Україні. Acta Horticulturae. том. 833. С. 57–62. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.833.8.

26. Губанова Т.Б., Шишкіна Є.Л. (2013). Методичні аспекти оцінки морозо- та зимостійкості видів і сортів хурми. Інтродукція рослин. 2013. № 1. С. 3–9. (російською).

27. Гекс, ЖАН (2001). Екологічний стрес і атавізм в еволюції амоноїд. Eclogae Geologicae Helvetiae. том. 94. № 3. С. 321–328.

28. Хейго, К., Едмондс, Дж., Копп, Р.Е., Легранде, А.Н., Сандерсон, Б.М., Венер, М.Ф. та Вубблс, Ді-Джей (2017). Кліматичні моделі, сценарії та

прогнози. Спеціальний звіт про кліматологію: Четверта національна оцінка клімату [Ред.: DJ Wuebbles, DW Fahey, KA Hibbard, DJ Dokken, BC Stewart & TK Maycock]. Вашингтон: Програма дослідження глобальних змін США. том. 1. С. 133–160. DOI: 10.7930/

29. J0WH2N54.

30. Хоутон, Д.Д. (2002). Моделювання, виявлення та атрибуція останніх і майбутніх змін клімату. вступ

31. до зміни клімату: конспект лекцій для метеоролог. Женева: Технічні публікації ВМО. № 926. Р. 87–102.

32. Хван Ю.Х., Ха Х., Кім Р., Чо С.В., Сонг Ю.Р., Хонг Х.Д. та Кім Т. (2018). Антиостеопоротичні ефекти полісахаридів, виділених з листя хурми, шляхом інгібування остеокластогенезу. Поживні речовини. том. 10. № . 7. С. 1–11. DOI: 10.3390/nu10070901.

33. Кічина В. В. (2000). Повышение уровня адаптации сорта — біологічна основа домінування генотипа над нерегулируемими факторами зовнішньої середи. Біологічний потенціал садових рослин і пити його реалізації: Матер. міждунар. конф. (г. Москва. РАСХН. Відправ. 2000 р.). Москва: ВСТИСП. С. 36–41. (російською).

34. Кічина, В. В. (2011). Принципи улучшения садовых растений. Москва.: ВСТИСП Россельхозакадемии. 528 с. (російською).

35. Кичина В. В. (1999). Селекція плодових і ягодних культур на високу рівень зимостійкості (концепція, прийоми і методи). Москва.: ВСТИСП Россельхозакадемии. 126 с. (російською).

36. Кнутсон, Т., Коссін, Дж.П., Мірс, К., Перлвіц, Дж. і Венер, М.Ф. (2017). Виявлення та визначення причин зміни клімату. Спеціальний звіт про кліматологію: Четверта національна оцінка клімату [Ред.: DJ Wuebbles, DW Fahey, KA Hibbard, DJ Dokken, BC Stewart & TK Maycock]. Вашингтон: Програма дослідження глобальних змін США. том. 1. С. 114–132. DOI: 10.7930/J01834ND.

37. Косенко І.С., Опалко А.І., Небиков М.В. & Дерев'янко Н.В. (2018). Селекція хурми (Diospyros spp.) на адаптивність і якість плодів. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 23–25 травня 2018 р., НУБіП). Київ. Т. 2. С. 289–301. (українською мовою).

38. Косенко І. С., Опалко О. А. та Опалко А. І. (2008). Посттравматичні регенераційні процеси в рослинах. Автохтонні та чужорідні рослини. № 3–4. Р. 10–15. (українською мовою).

39. Красовський, В. В. (2014). Субтропічні плодові культури в аспекті ботаніко-екологічної освіти в Хорольському ботанічному саду. Наукові доповіді НУБіП України. № 3. Р. 1–13. (українською мовою).

40. Крюссманн Г. (1976). Handbuch der Laubgehölze. Берлін і Гамбург: Пол Парей. Гурт 1. 486 с.

41. Кульбіда, М. І., Єлістратова, Л. О. та Барабаш, М. Б. (2013). Сучасні кліматичні умови України. Охорона та екологічна безпека: Збірник наукових праць. Харків: Райдер. том. 35. С. 118–130. (українською мовою).

42. Києнко, З. Б. (2015а). Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до розширення в Україні (ПСП) / Укл.: З. Б. Києнко, В. М. Матус, Н. В. Павлюк та О. Б. Барбан [Наук. ред.: С. О. Ткачик, 2-х вид., випр. я доп.]. Вінниця: Нілан-ЛТД. 130 с. (українською мовою).

43. Києнко, З. Б. (2015б). Методика проведення експертизи сортів рослинних груп плодових, ягідних, горіхоплідних, субтропічних та винограду на придатність до розширення в Україні (ПСП) / Укл.: З. Б. Києнко, В. М. Матус, Н. В. Павлюк та В. В. Баликіна [Наук. ред.: С. О. Ткачик, 2-х вид., випр. я доп.]. Вінниця: Нілан-ЛТД. 86 с. (українською мовою).

44. Ліпінський В. М., Дячук В. А. та Бабіченко В. М. (ред.). (2003). Клімат України. Київ: Вид-во Раєвського. 343 с. (українською мовою).

45. Лукас-Гонсалес, Р., Фернандес-Лопес, Х., Перес-Альварес, Х. А. і Віуда-Мартос, М. (2018). Вплив розміру частинок на фітохімічний склад і антиоксидантні властивості двох видів борошна хурми з Diospyros kaki Thunb. варс. 'Rojo Brillante' і 'Triumph' співпродукти. Журнал науки про продовольство та сільське господарство. том. 98. № 2. С. 504–510.

46. Лукас-Гонсалес, Р., Віуда-Мартос, М., Перес-Альварес, Х. А. & Фернандес-Лопес, Х. (2017). Оцінка впливу розміру частинок на приблизний склад, фізико-хімічні, техніко-функціональні та фізико-функціональні властивості борошна, отриманого з побічних продуктів хурми (Diospyros kaki Trumb.). Рослинна їжа для харчування людини. том. 72. № . 1. С. 67–73.

47. Мартінес-Лас Херас, Р., Ландінес, Е. Ф., Ередіа, А., Кастелло, М. Л. та Андрес, А. (2017). Вплив процесу сушіння та розміру частинок клітковини хурми на її фізико-хімічні, антиоксидантні, гідратаційні та емульгуючі властивості. Журнал харчової науки та технології. том. 54. № . 9. С. 2902–2912. DOI: 10.1007/ s13197–017–2728-z.

48. Мацумото Т., Мочіда К., Ітамура Х. та Сакаї А. (2001). Кріоконсервація хурми (Diospyros kaki Thunb.) шляхом вітрифікації сплячих кінчиків пагонів. Звіти про клітини рослин. том. 20. № 5. Р. 398–402.

49. Меженський, В.М. (2017). Про впорядкування українських назв рослин. Інформація 8. Назви плодових культур. Вивчення та охорона сортів рослин. том. 13. № 1. С. 75–84. DOI:10.21498/2518–1017.13.1.2017.97324. (українською мовою).

50. Меженський В., Меженська Л. та Якубенко Б. (2014). Хурма. Рідкісні малоплідні культури: рекомендації по селекції та розмноженню. Київ: СР «Компрінт». С. 39–42. (українською мовою).

51. Minocha, R., Majumbar, R. & Minocha, SC (2014). Поліаміни та абіотичний стрес у рослин: складний зв'язок. Кордони рослинництва. том. 5. С. 1–17.

52. Murri, NM (1941). Хурма. Сухумі: АБГІЗ. 66 с. (російською).

53. Національний атлас України: Тексти і легенди карт. (2007). Київ: Картографія, Додатковий том. 828 с. (українською мовою).

54. Опалко А. І. (2004). Оцінювання стійкості до несприятливих абіотичних чинників довкілля. Селекція плодових і овочевих культур: Практикум [Авт.: А. І. Опалко, А. О. Яценко, О. А. Опалко, Н. В. Мойсейченко]. Київ: Науковий світ. С. 49–57. (українською мовою).

55. Опалко, А. І. (2009). Результативність природного і штучного добору залежно від прояву генотипу в фенотипі. Еволюція рослинного світу в природному і культурному середовищі: Зб. тез доп. Міжнарод. наук. конф. присвяченій 200-річчю з дня народження Чарлза Дарвіна (20–23 жовтня 2009 р.). Умань: НДП «Софіївка» НАНУ. С. 109–111. (українською мовою).

56. Парфіт, Д.Е., Йонеморі, К., Хоншо, К., Нозака, М., Канзакі, С., Сато, А. та Ямада, М. (2015). Взаємозв'язки між азіатськими сортами хурми, в'яжучими та нев'яжучими типами. Генетика та геноми дерев. том. 11. № 2(24). С. 1–9. DOI: 10.1007/s11295–015–0848-z.

57. Парсонс, Пенсільванія (1993). Важливість і наслідки стресу для живих і викопних популяцій: від змін в історії життя до еволюційних змін. Американський натураліст. том. 142. Додаток: Еволюційні реакції на екологічний стрес. С. S5–S20.

58. Пінар, Х., Йилдіз, Е., Капланкіран, М., Топлу, К., Унлу, М., Серце, С. та Ерджислі, С. (2017). Молекулярна характеристика деяких вибраних генотипів і сортів хурми за маркерами srap і ssr. Генетика-Белград. том. 49. № 2. С. 693–704.

59. Плаза, Л., Коліна, К., де Анкос, Б., Санчес-Морено, К., і Кано, М.П. (2012). Вплив дозрівання та терпкості на вміст каротиноїдів у плодах хурми, оброблених високим тиском (Diospyros kaki L.). Харчова хімія. том. 130. № 3. Р. 591–597.

60. Selye, HA (1936). Синдром, викликаний різними шкідливими агентами. природа том. 138. Р. 32.

61. Шин, MS, Лі, X., Хонг, HD і Шин, KS (2016). Характеристика імуностимулюючого пектинового полісахариду, виділеного з листя Diospyros kaki Thumb. (Хурма). Журнал функціональних продуктів харчування. том. 26. С. 319–329.

62. Соколов С.Я. (1957). Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений. Інтродукція рослин і зелене будівництво. Сер. 6. Вип. 5. С. 34–42.

63. Soriano, JM, Pecchioli, S., Romero, C., Vilanova, S., Llacer, G., Giordani, E., & Badenes, ML (2006). Розробка мікросателітних маркерів у поліплоїдної хурми (Diospyros kaki L. f.) із збагаченої геномної бібліотеки. Нотатки з молекулярної екології. том. 6. № 2. P. 368–370.

64. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні у 2015 р. (2015). Київ. 324 стор. URL: http://www. мінагро. gov. ua/rating/files/r2. pdf (перевірено 25 січня 2018 р.). (українською мовою).

65. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні у 2018 р. (2018). Київ. 467 стор. URL: http://sops. gov. ua/reestr-sortiv-roslin (перевірено 4 вересня 2018 р.). (українською мовою).

66. Пряність життя індикатори 2.5.1 і 2.5.2. (2017). ФАО та індикатори ЦСР: вимірювання до 2030 року

67. Порядок денний сталого розвитку. С. 22–23. URL: http://www. фао. org/3/a-i6919e. pdf (перевірено 28 листопада 2017 р.).

68. Туманов І. І. (1979). Фізіологія загартовування і морозостійкість рослин. М.: Наук. 359 р. (російською).

69. УПОВ (2004). Робочий документ про тестування широких ліній на Diospyros kaki L. f. TG/92/4. Женева, Швейцарія: УПОВ.

70. Веберик, Р., Юрхар, Дж., Мікуліч-Петковшек, М., Стампар, Ф. і Шмітцер, В. (2010). Порівняльне дослідження первинних і вторинних метаболітів у 11 сортів плодів хурми (Diospyros kaki L.). харчова хімія. том. 119. № 2. С. 477–483.

71. Єщенко В.О., Копитко П.Х., Костогриз П.В., Опришко В.П. (2014). Основи наукових досліджень в ахрономії: Підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»». 332 с. (українською мовою).

72. Їлмаз, Б., Генч, А., Сімен, Б., Інчесу, М., і ЄШІЛОГЛУ, Т. (2017). Характеристика морфологічних ознак місцевих і глобальних сортів і генотипів хурми, зібраних з Туреччини. Турецький журнал сільського та лісового господарства. том. 41. № 2. С. 93–102. (тут Diospyros kaki L.) DOI: 10.3906/tar-1611–27.

73. Чжао Д., Чжоу К., Конг Ф. та Тао Дж. (2011). Клонування фітоендесатурази та аналіз експресії каротиногенних генів у плодах хурми (Diospyros kaki L.). Звіти з молекулярної біології. том. 38. № 6. Р. 3935–3943.

74. Дерев'янко, Н. В., Опалко, О. А., Дерев'янко, В. М., Опалко, А. І. (2018). Вихідний матеріал для селекції хурми (*Diospyros* spp.) на зимостійкість. *Автохтонні та інтродуковані рослини*. Вип. 14. С. 28–45.

75. Дерев'янко, В. М. (2007). Результати перезимівлі гібридів $F_1$, $F_2$ та $F_3$ між *Diospyros kaki* L. та *D. virginiana* L. в умовах Південного Степу України у 2005–2006 рр. *Інтродукція рослин.* № 3. С. 28–35.

76. Деревянко, В. М., Косенко, І. С., Опалко, А. І, Деревянко, Н. В. (2020). 'Дар Софіївки' — новий сорт української хурми (*Diospyros* L.). *Journal of Native and Alien Plant Studies*. Vol. 16. P. 32–44. DOI: 10.37555/2707-3114.16.2020.219810.

77. Деревянко, Н. В., Косенко, И. С., Опалко, О. А., Деревянко, В. Н., Опалко, А. И. (2020). Селекция хурмы (*Diospyros* spp.) на адаптивность в условиях Южной степи Украины. *Селекция и генетика: инновации и перспективы*: сборник статей по материалам Международ. науч.-практ. конференции, посвященной 100-летию кафедры селекции и генетики Белорусской ГСХА (г. Горки, 20 ноября 2020 г.). Горки: БГСХА. С. 45–50.

78. Grygorieva, O., Klymenko, S., Vergun, O., Hudz, N., Nikolaieva, N., Schubertová, Z., ... & Brindza, J. (2017). Morphological characteristics and determination of volatile organic compounds of *Diospyros virginiana* L. genotypes

fruits. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. Vol. 11. No 1. P. 612–622. DOI: 10.5219/808.

79. 1. Хохлов С.Ю. Оцінка сортів хурми в колекції Нікітського саду // Збірник наукових праць ДНБС. 2015. Т. 140. С. 206-221.

80. Yonemori K., Sugiura A., Yamada M. Persimmon genetics and breeding // Plant breeding reviews. 2000. Vol. 19. P. 191-225.

81. Bhojwani S.S., Dantu P.K. Plant Tissue Culture: In Introductory Text. (New Delhi, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer), 2013,

82. Іванова Н.М., Митрофанова І.В., Браїлко В.А., Кузьміна Т.М., Хохлов С.Ю. Біотехнологічні прийоми розмноження східної хурми // Екосистеми. 2017. Вип. 11 (41). С. 60-67.

83. Kochanova Z., Onus N., Brindsa J. Adventitious shoot regeneration від dormant duds of persimmon (Diospyros kaki Thunb.) cv. Hachiya // Journal of Agrobiology. 2011. Vol. 28. N 2. P. 113

84. Liu Y., Ma J., Tang X., Song C. Study на adventitious shoot regeneration persimmon leaves // Hubei Agri Sciences. 2006. Vol. 45. P. 618-621.

85. Іванова Н.М., Митрофанова І.В., Хохлов С.Ю. Особливості введення експлантів східної хурми в умови in vitro // Бюлетень ДНБС. 2016. N 119. С. 45-51.

86. Іванова Н.М., Митрофанова І.В., Хохлов С.Ю. Різні шляхи регенерації рослин Diospyros kaki Thunb. сорти Золотиста за умов in vitro // Бюлетень ДНБС. 2016. Вип. 120. С. 24-30.

87. Плаксіна Т.В., Харчова Г.М. Біотехнологія в селекції, розмноженні та збереженні рослин // Бюлетень Ботанічного саду-інституту ДВО РАН. 2014. Вип. 12. С. 22-30.

88. Molkanova O., Egorova D., Mitrofanova I. Preservation Характеристики Valuable Plant Species in Vitro Genebanks в Російській Botanical Gardens // In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant. 2018. Vol. 58. Suppl. 1. P. 46.

89. Новікова Т.І., Набієва А.Ю., Полубоярова Т.В. Збереження рідкісних та корисних рослин у колекції Центрального Сибірського ботанічного саду // Вісник ВОГіС. 2008. Т. 12.

90. Molkanova O., Shirnina I., Mitrofanova I. Conservation and micropropagation of rare and endemic species in genpool collection of the Russian Federation // Journal of Biotechnology. 2018. Vol. 280. P. S83-S84.

91. Sarasan W., Cripps G., Ramsay M., Atherton C., McMichen M., Prendergast G., et al. Консервація in vitro threatened plants – progress in the past decade // In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant. 2006. Vol. 42. N 3. P. 206-214.

92. Митрофанова І.В. Соматичний ембріогенез та органогенез як основа біотехнології отримання та збереження багаторічних садових культур: монографія. Київ: Аграрна наука, 2011. 344 с.

93. Engelmann F. Use of biotechnologies for conservation of plant biodiversity // In Vitro Cellular and Development Biology – Plant. 2011. Vol. 47. N 1. P. 5-16

94. Kyte L., Kleyn J., Scoggins H., Bridgen M. Plants from test tubes: An introduction of micropropagation. 4th ed. Portland, Oregon: Timber Press, 2013. 274 p.

95. Murashige T, Skoog F. А переглянуто медіа для швидкого зростання і bioassays з Tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15.

96. Кузьміна Т.М. Генезис мікроспорангія Jasminum officinale L. (Oleaceae) // Бюлетень ДНБС. 2017. N 124. С. 103-109.

97. Жінкіна Н.А., Воронова О.М. До методики фарбування ембріологічних препаратів // Ботанічний журнал. 2000. Т. 85. N 6. С. 168-171.

98. Іванова Н.М., Митрофанова І.В., Кузьміна Т.В., Хохлов С.Ю. Регенерація мікропагонів у культурі висічок листя хурми східної // Роль ботанічних садів і дендраріїв у збереженні, вивченні та стійкому використанні різноманітності рослинного світу: матеріали Міжнародної наукової

конференції, присв. 85-річчю Центрального ботанічного саду НАН Білорусі (м. Мінськ, 6–8 червня 2017 р.). О 2 год. Ч. 2. Мінськ: Медісонт, 2017. С. 209-212.

99. Молканова О.І., Коновалова Л.М., Стахєєва Т.С. Формування генетичного банку in vitro плодових та ягідних культур у ГБС РАН // Плодівництво та ягідництво в Росії. 2016. Т. XXXXIV. С. 197-200.

100. Консервація статей genetic resources in vitro: General aspects / Razdan M.K., Cocking E.C. (eds.). Enfield, NH: Science Publishers, Inc.; 1997. 314 p.

101. Тевфік А.Ш., Митрофанова І.В. Особливості отримання та збереження Canna × hybrida hort. ex Backer в умовах in vitro // Вісті вузів. Прикладна хімія та біотехнологія. 2017. Т. 7. N 3. С. 99-109.

102. Watt M.P., Thokoane N.L., Mycock D., Blakeway F. In vitro st. 2000. Vol. 61. Issue 2. P. 161-164.

# ДОДАТКИ

# Додаток А
## Склад базових живильних середовищ

| Елемент середовища | DKW, мг/л | WPM, мг/л |
|---|---|---|
| Макроелементи | | |
| $NH_4NO_3$ | 1416,0 | 400,0 |
| $(NH_4)_2SO_4$ | – | – |
| $KNO_3$ | – | – |
| $CaCl_2 \times 2H_2O$ | 149,0 | 72,5 |
| $MgSO_4 \times 7H_2O$ | 740,0 | 180,5 |
| $KH_2PO_4$ | 265,0 | 170,0 |
| $Ca(NO_3)_2 \times 4H_2O$ | 196,9 | 386,8 |
| $K_2SO_4$ | 155,9 | 990,0 |
| $FeSO_4 \times 7H_2O$ | 33,8 | – |
| $Na_2EDTA \times 2H_2O$ | 45,4 | – |
| FeNaEDTA | – | 36,7 |
| Мікроелементи | | |
| $H_3BO_3$ | 4,0 | 6,2 |
| $MnSO_4 \times 4H_2O$ | 33,4 | 22,3 |
| $CoCl_2 \times 6H_2O$ | – | – |
| $CuSO_4 \times 5H_2O$ | 0,025 | 0,025 |
| $ZnSO_4 \times 7H_2O$ | – | 8,6 |
| $Na_2MoO_4 \times 2H_2O$ | 0,39 | 0,25 |
| KJ | – | – |
| $Zn(NO_3)_2 \times 6H_2O$ | 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 | | |