

НУБІП України

НУБІП України

НУ

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**05.07 –КМР. 972 “С” 2022.08.26. 001 ПЗ**

**ПЕТРЕНКО ДІАНИ ВАЛЕНТИНІВНИ**

**2022 р.**

НУ

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.527.5:634.11-025.49

ПОГОДЖЕНО  
Декан агробіологічного  
факультету  
О. Л. Тонха  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри садівництва ім.  
проф. В. Л. Смиренка  
Б. М. Мазур  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р

# НУБІП України

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Морозостійкість та добір запильників сортів та гібридів  
яблуні колоноподібного типу»

# НУБІП України

Спеціальність: 203 Садівництво та виноградарство

Освітня програма: Садівництво та виноградарство

Орієнтація освітньої програми: Освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи  
доктор філософії з садівництва та  
винаградарства (PhD), асистент

\_\_\_\_\_ Гаврилук О. С.

Виконала

\_\_\_\_\_ Петренко Д. В.

# НУБІП України

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Завідувач кафедри садівництва ім. проф. В. Л. Симиренка

к. с.-г. н., доцент \_\_\_\_\_ Мазур Б. М.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ ВИПУСКНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

**СТУДЕНТУ**

**Петренко Діані Валентинівні**

Спеціальність: 203 Садівництво та виноградарство

Тема випускної магістерської роботи: «Морозостійкість та добір запилювачів сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу»

затверджена наказом ректора НУБіП України №972 «С» від 26.08.2022 р

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2022.10.10

Вихідні дані до магістерської роботи: морозостійкість рослин колоноподібної яблуні, якість пилку та сорти запилювачі

Завдання:

1. опрацювати літературні джерела;
2. встановити рівень морозостійкості;
3. визначити якість пилку;
4. підібрати сорти запилювачів для досліджуваних сортів;
5. встановити рівень зав'язуваності плодів на X етапі органогенезу;
6. провести облік врожаю;
7. обчислити показники економічної ефективності вирощування яблуні.

Дата видачі завдання 01.09.2021 р.

Керівник випускної магістерської роботи \_\_\_\_\_ Гаврилюк О.С.

Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_ Петренко Д.В.

НУБіП України

# НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП ..... 5

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОРТІВ ЯБЛУНІ КОЛОНОПОДІБНОГО ТИПУ (огляд літератури)..... 7

1.1. Коротка історія походження яблуні колоноподібного типу..... 7

1.2. Зимо- та морозостійкість..... 9

1.3. Адаптивність до певної теплозабезпеченості та стійкість проти хвороб 11

1.4. Особливості формування й ефективність реалізації продуктивності колоноподібних яблунь ..... 14

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МЕТОДИКА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 17

2.1. Умови проведення дослідження..... 17

2.2. Об'єкти дослідження та їх характеристика ..... 19

2.3. Методика дослідження ..... 20

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ В УРОЖАЙ ..... 22

3.1. Сила квітнування колоноподібних сортів яблуні..... 22

3.2. Життєздатність пилку та перехресна плодючість сортів..... 23

3.3. Ступінь зав'язування плодів..... 30

3.4. Морозостійкість яблуні колоноподібного типу (*Malus domestica* Borkh.) методом прямого проморожування..... 31

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КОЛОНОПОДІБНИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ..... 41

ВИСНОВКИ..... 44

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ..... 45

# НУБІП України

# НУБІП України

## РЕФЕРАТ

У магістерській роботі досліджувалися морозостійкість рослин колоноподібної яблуні, якість пилку та сорти запилювачі.

Дана робота виконана друкованим текстом на 58 сторінках. У ній наявні 5 рисунків та 10 таблиць.

Робота складається із вступу, 4 розділів, висновку та списку літератури.

Вступ містить в собі тему роботи, актуальність та її обґрунтування. У першому розділі описано біологічні особливості колоноподібних яблунь та їх перспективи. В другому ж розділі подані об'єкти, умови та методика дослідження. Третій розділ являє собою результати досліджень в таблицях та рисунках з подальшим їх аналізом. У четвертому розділі наведена економічна ефективність вирощування сортів та гібридів колоноподібної яблуні, подана у таблицях з визначеним рівнем рентабельності. Висновки підсумовують усі результати досліджень та виявляють найкращі із сортів та гібридів на одній та другій підшепі. У списку літератури міститься 143 джерела.

Результатом досліджень проведених за виконання цієї магістерської роботи стало виявлення рівня життєздатності пилку та підібрано сорти запилювачі. Також встановлено рівень морозостійкості 13 сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

ВСТУП

Аналіз закордонного і вітчизняного досвіду в садівництві показує, що найбільш раціональним способом збільшення виробництва яблук є вирощування їх у садах інтенсивного типу [15, 16, 17, 23]. Абсолютно нові перспективи в еволюції саду відкриваються із появою колоноподібних сортів яблуні [6, 14, 28]. Вирощування колоноподібних сортів яблуні, які належать до нової біологічної форми рослин, має цілу низку переваг [5, 8, 19, 28], а саме: скороплідність, потреба у зменшенні або виключенні робіт з обрізки та формування крони дерев, скорочення обсягів ручної праці на одиницю продукції, можливість майже повної механізації та більш комфортні умови для роботи в саду [1, 7, 20].

Нині колоноподібні сорти яблуні ще не мають помітного поширення через несформований надійний сортимент, здатний конкурувати з кращими сортами «звичайної» традиційної яблуні [29, 30, 27, 31, 32]. За даними дослідників-садоводів, характеристика основних господарсько-біологічних ознак відомих колоноподібних сортів яблуні різниться, характеристика деяких відсутня. В Україні обмаль інформації щодо рівня морозостійкості та якості пилку сортів яблуні колоноподібного типу. Із одного гектара колоноподібного саду можливо збирати понад 200 т/га плодів, за сприятливих умов та належного рівня агротехніки у саду. На продуктивність яблуні впливає багато факторів, та основними із них є саме рівень морозостійкості та якість пилку. Правильно підібраний сорт запилювач це запорука щорічних якісних врожаїв.

# НУБІП України

У науковій літературі достатньо відомостей про те, що колоноподібні яблуни плодоносять щорічно і стабільно. Однак, трапляються і такі, котрі свідчать, що більшість з відомих колоноподібних сортів плодоносять щорічно, але нестабільно (велика врожайність чергується з помірною або малою), крім того, сорти значно різняться за скороплідністю. У жодній із опрацьованих нами публікацій не наведено даних щодо рівня морозостійкості сортів, також немає інформації які ж сорти запильники є найкращими для яблуні колоноподібного типу в умовах Лісостепу України. Тому мета наших досліджень полягає у встановленні рівня морозостійкості, якості пилку та підборі сорту запильника для колоноподібних сортів та гібридів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУВБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОРТІВ ЯБЛУНІ КОЛОНОПОДІБНОГО ТИПУ (огляд літератури)

### 1.1. Коротка історія походження яблуні колоноподібного типу.

У 1964 році господар великого яблуневого саду в селі Келюна [36], що знаходиться на тихоокеанському узбережжі Канади, продемонстрував одному місцевому селекціонеру незвичайну велику гілку на п'ятидесятирічному дереві 'Мекінтош' [32]. Його звали К. Лапінс. Повертаючись до вищесказаного, гілка, варто зазначити, була схожа на палицю без бічного гілкування і вся вкрита кільцівками (найкоротші плодові гілочки) та списиками з великою кількістю яблук на них [6]. Ця гілка була довгою, товстою і повністю відрізнялась від інших своїм зовнішнім виглядом (габітусом), з твердою пружною деревиною. За схожістю дуже відрізнялась від званої нами яблуні [5].

В ті роки на американському континенті набувало популярності пошук спурів у різних сортів яблуні [8]. Отже, господар саду відмітив, що гілка як компакт зі спуровим типом плодоношення. Ця гілка так зацікавила Лапінса, що за домовленістю з господарем, цю форму яблуні розмножили на дослідній станції. На дослідній станції вона отримала первинну оцінку [39].

Пізніше, в літературі вона отримала назву- 'Wijcik'. Селекціонер з Англії Р. Уоткінс в ті роки працював (та публікувався) з тим же Лапінсом і сам брав участь у першій оцінюваннях. Вимова цього слова дуже схожа на слово «важель» (вага), яку використовували при перевозці сіна [20].

Лапкінс не використовував термін колоноподібний, а називав 'Wijcik' компактом і відносив цю форму до спурів [43]. Він зазначав, що 'Wijcik' подібно іншим справжнім спурам яблуні, характерний тим, що водночас поєднує в собі такі ознаки, як відсутність бічного гілкування, рясні утворення кільцівок, скорочені міжвузля, компактні і потовщені прирости темно-зелене та доволі довге листя [28]. Пізніше, за колонами залишили тільки такі ознаки

як їх незвичайна властивість рости вертикально догори, відсутність бічного гілкування, потовщення пагонів, твердість і міцність деревини [55]. В подальшій роботі було отримано близько 28 000 сіянців колоноподібної яблуні. По мірі накопичення Були виявлені карликові, сильнорослі, спури та неспури, врожайні та неврожайні, зимостійкі та незимостійкі, з імунітетом до парші та без нього, з темно-зеленим потовщеним та звичайної товщини листям [7].

Таким чином, стає зрозумілим, що знані нами колоноподібні яблуні походять від сорту 'Wijcik', а історія їхня триває вже понад 50 років.

Весною 1972 р. колоноподібні яблуні потрапили вперше в Рядянський союз і в Україну зокрема у вигляді пилку сорту 'Wijcik' [5]. Сіянці від посіву насіння цього сорту були отримані в 1973 р. і тоді ж виявлено, що близько половини її сіянців мають колоноподібний табітус (зовнішній вигляд). Саме з того часу почалось вивчення колоноподібних форм яблуні. Пізніше, в 1976 р. Лапінс передав з Канади живці сорту 'Wijcik' [143].

К. Лапінс разом з Р. Уоткінсом провели безліч різноманітних схрещувань з сортом 'Wijcik'. Отримавши сіянці яблуні з колоноподібним типом крони, довели, що ця ознака дуже добре передається майже половині гібридів 'Wijcik' в його гібридним сім'ях [8].

У 1976 році Лапінс пішов на пенсію, в той час як, Рей Уоткінс переїхав працювати на Іст-Моллінгській станції в Англії, де й продовжив свою роботу з колоноподібними формами. Він успішно опрацьовував генетику яблуні, був завідуючим відділом селекції, а працівники цього відділу Ф. Олстон і К.Тобат почали вести гібридизацію з 'Wijcik' стали першими, хто отримав сорти комерційного типу [32].

Саме ці сорти і 'Wijcik' були розповсюджені в наукові установи Швеції, Югославії, Голландії та інших країн, де використовувались при виведенні нових сортів яблуні. Майже всі отримані сорти колоноподібного типу мають спільне походження з сортом 'Wijcik' [30].

Інколи в літературі деякі автори називали колоноподібними окремі сіянці нових сортів 'Алкмене', 'Бендинг', сіянці з ряду компактів, 'Макінтоша'. Проте, всі ці сіянці не мають повної відповідності показникам колоноподібних, їх можна віднести тільки до форм типу «компакт» [28].

## 1.2. Зимо- та морозостійкість

Колоноподібні сорти та еліти 'Президент', 'Мелок', еліти 376/46, 376/119 та 376/113 мають високу зимостійкість та їх вирощують там, де вимерзає всім відомий сорт 'Антонівка звичайна' [6]. Серед таких сортів яблуні колоноподібного типу на сьогодні це найбільш високий рівень зимостійкості, а селекційні форми 376/106, 376/46, 376/113, 376/119 та інші мають зимостійкість набагато вище 'Антонівки' [8].

Зимостійкість - це стійкість рослин до пошкодження факторів зимового періоду або простіше - зими (наукою доведено, що шкідливих факторів зимового періоду шість - ушкодження морозом, зимове висушування, випрівання, вимокання, випирання та пошкодження від крижаної кірки/

Фактично зимостійкість - це показник з декількох ознак стійкостей до зимових факторів, що пошкоджують рослину. Ми не дивуємось тому, що показник «якість плодів» складається з ознак смаку плодів, забарвлення, розміру, а показник «імунітет сорту» складається з абсолютно різних стійкостей до хвороб, шкідників, вірусів. Як показали численні дослідження на плодових рослинах, зимостійкість так само складається з декількох ознак [8].

Стійкість плодових рослин цього сорту до зимових факторів, що ушкоджують, повністю визначається їх стійкістю до морозів [75]. Ніякі інші причини: ні зимові відлиги, ні випрівання, ні крижана кірка, ні випирання не призводять до зимових пошкоджень садів, і тому вся зимостійкість вимірюється їх морозостійкістю. Зимостійкість дорівнює морозостійкості.

Стійкість рослин до пошкодження від морозів у свою чергу складається з

кількох компонентів чи кількох вихідних ознак. Щоб не вносити плутанини в термінологію, зимостійкість стали частіше називати показником, маючи на увазі, що показник має складові [8]. Складові показники зимостійкості стали

називати компонентами. Термін компоненти зимостійкості зустрічався і раніше в окремих публікаціях, але після трьох міжнародних нарад із зимостійкості рослин цей термін стали використовувати частіше, хоча досі

усталеного загальноприйнятого терміну для складових зимостійкості поки немає. Мабуть, це не так важливо, яким саме терміном називати складові показника зимостійкості, але треба пам'ятати, що цей показник складається з різних складових і вони можуть бути по-різному позначені в літературі [7].

Всі сорти плодових культур помірного клімату мають всі чотири компоненти зимостійкості, але у кожного сорту по кожному з чотирьох компонентів є свій сортовий рівень стійкості. Коли настає момент загибелі рослини від непосильного морозу, то в тканинах даного сорту настає

замерзання, утворення кристалів льоду і загибель живого. В тканинах колон 376/106 або 376/119 в цей момент ніяка вода не замерзає, і навіть при  $-42^{\circ}\text{C}$  і при  $-44^{\circ}\text{C}$  у тканинах цих колон від льоду поки що немає ні загибелі, ні

навіть будь-яких серйозних пошкоджень. Тобто можна констатувати, що при  $44^{\circ}\text{C}$  можуть бути форми яблуні домашнього типу 376/106 або 376/119,

спадковість яких дозволяє цим формам вважати мороз  $-44^{\circ}$  нормою життя цих рослин. Генотип визначає всі можливості даного організму (колоноподібної яблуні) і це первинно, а ось якими механізмами, якими

фізіологічними процесами таке крайнє виживання буде визначено – це вже визначаємо наступним. Таке виживання повторювалося постійно при повторних перевірках протягом трьох зим, причому ці форми яблуні були

готові до морозу, який так і не відбувся в жодну з цих зим. Справа в тому, що восени рослина входить у загартований стан, потім пізніше взимку воно виробляє в собі максимальне загартування (максимальну стійкість), далі при

настанні відлиг сорти в різній мірі частково втрачають своє загартування

датись порівняно невеликими морозами в періоди відлиг, нарешті, після відлиг часто буває поступове посилення морозів поклик (поворотні морози) і до них стійкі далеко не всі [14].

Кожної зими бувають морози та відлиги, але підмерзають колоноподібні яблуні лише в окремі роки. Звичайні зимові морози для яблуні не є небезпечними, але від деяких, так званих критичних морозів, багато відомих сортів яблуні і підмерзають, і навіть гинуть.

Критичними морозами в умовах України для садових рослин прийнято вважати:

- 1) ранньозимові морози  $-25^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) суворі морози в середині зими  $-40^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) морози  $-25^{\circ}\text{C}$  у період відлиг ( $^{\circ}\text{C}$ ),
- 4) зворотні морози  $-35^{\circ}\text{C}$  (які наростають поступово після відлиг).

Експериментально було підтверджено, що багато культурних форм колоноподібних яблунь можуть сильно пошкоджуватися суворими морозами на початку або в середині зими. Багато відлиг зазвичай бувають без критичних морозів і тоді рослини залишаються без підмерзань. Так само, коли після відлиг поступово посилюються поворотні морози і температура не опускається до критичної для якогось конкретного сорту, цей сорт буде без підмерзань. Зимові відлиги для рослин не є небезпечними.

Загалом колони, що стали сортами, мають стійкість до кожного зимового ушкоджуючого фактору, мають стійкість до зимових морозів і насамперед до критичних морозів наших регіонів для яких такі сорти виводили.

### **1.3. Адаптивність до певної теплозабезпеченості та стійкість проти хвороб**

Адаптація - один із головних показників яблуні як і будь-якого живий організм [75]. Цей показник поєднує у собі кілька важливих ознак, кожен із

яких є стійкістю рослини до тих чи інших несприятливих чинників довкілля.

У біології термін «адаптація» використовується як короткий вираз суми ознак виживання організму, ознак стійкості до несприятливих ушкоджуючих умов зимового та літнього періоду. Це насамперед стійкість до нерегульованих умов зовнішнього середовища, таких як суворі зимові морози, морози після відлиг, весняні заморозки, сильні літні похолодання, нестача тепла в період вегетації, короткий безморозний період [123].

Непередбачуваність погодних умов кожної зими, як і капризи погоди в період вегетації, вимагають, щоб за своєю природою колоноподібні сорти яблуні були здатні виходити без ушкоджень за будь-яких критичних чинників довкілля, які бувають у регіоні вирощування сорту [8].

Адаптований сорт має у своїй спадковості те, чого немає у генотипі неадаптованого сорту. Так, вирощувані колоноподібні сорти яблуні Президент стійкий до морозів  $-40^{\circ}\text{C}$ , встигають завершити всі основні життєві процеси.

Цілком реально зібрати в новому сорті колоноподібної яблуні всі ті вже розкидані у різних форм яблуні кращі адаптації і на такій біологічній основі отримати форми, що «процвітатимуть» при будь-яких несприятливих факторах зовнішнього середовища, чисельні параметри яких чітко обмежені в агрокліматичному.

Всі адаптивні реакції колоноподібного сорту яблуні, тобто ознаки його адаптації, обумовлені його генами, його спадковістю, тому адаптований сорт відрізняється від неадаптованого наявністю в його генотипі таких генів і генів блоків, яких просто немає у неадаптованого. Ось чому адаптованому сорту не доводиться "приспосовуватися", а при вступі в дію нового несприятливого фактора зовнішнього середовища (незвичайно холодне літо, зима з великими морозами після відлиги тощо) генотип адаптованого сорту забезпечує йому нормальну життєдіяльність [143].

Серед показників адаптації сорту є показники прямої дії - стійкість до

самого морозу, стійкість до зимового висушення, але є показники, які тільки опосередковано і сильно впливають на виживання рослини і насамперед на його стійкість до шкідливих факторів зимового періоду. Справа в тому, що мороз - як суддя і виконавець вироку може вбити не тільки рослину з низькою природною зимостійкістю, але і в принципі високо зимостійкий сорт, який у невластивому йому районі приходить до настання морозів у невідповідному вигляді і тут такий сорт завжди серед незимостійких. Ось чому так важливо знати, чи цей конкретний сорт адаптований до умов середовища, куди людина вирішила його перевезти з місць походження [5].

Багато фактичного матеріалу накопичилося за такими розділами адаптації, як зимостійкість або імунітет. Але поки що мало робіт і фактів, що стосуються стійкості колоноподібних сортів яблуні до літніх несприятливих факторів зовнішнього середовища.

Теплозабезпеченість — наважливіший чинник життя рослини, і яблуня тут не становить винятку. Добре відомо, що 'Голден Делішесу' потрібно близько 34 °С для завершення всіх життєвих процесів та визрівання якісних яблук.

В Індії при надлишку тепла сорт 'Голден Делішес' добре росте тільки в прохолодних високогірних районах. Простий приклад з 'Антонівкою', який у садах наукових установ півдня стає раннім літнім сортом з багатьма погіршеними ознаками дерева та плодів. Нестача чи надлишок тепла рослина переносить дуже погано, і всі сорти гарні лише у своєму ареалі.

Знаменитий сорт 'Ред Делішес' залишається врожайним і дає якісні плоди тільки на дикому заході США, але ні в Іспанії, ні в Болгарії, і майже ніде в нашій країні такої якості не зустрічається. Звичайно, ці відмінності обумовлені не тільки забезпеченістю теплом, а саме нестійкістю до нестачі тепла у цих випадках - це і є головною причиною невдачі.

Колонноподібні сорти 'Президент', 'Васюган', 321/3 рано навесні починають активне зростання, їх плоди своєчасно і повністю визрівають

навіть у прохолодне літо. Якість їх плодів мало коливається за роками, недозрівання плодів зазвичай відсутнє.

У північних областях цим колонам не вистачає тепла, у них не визрівають плоди, у плодах майже немає цукру, хоча їхній розмір майже досягає норми. Трав'янистий смак яблук у таких випадках нічим виправити не можна, але деревця сортів 'Ікша' та 'Діалог' в огірковій зимовій теплиці

дають нормальні за розміром та смаком плоди і приблизно в ті терміни, що й у саду в центральних областях.

Насадження у цих батьківських форм плоди трав'янистого смаку і вдвічі менші за розміром.

#### 1.4. Особливості формування й ефективність реалізації продуктивності колоноподібних яблунь

Колоноподібні сорти яблуні 'Валюта', 'Президент', 'Червонець', 'Діалог', 'Медок', 'Таскан' і інші, мають червоні красиві яблуні з десертним смаком. Їхні дерева є достатньо зимостійкими, стійкі до основних хвороб і шкідників. Ці показники обумовлені біологією колоноподібних сортів, і перш за все їхньою генетикою і спадковістю [16].

Пріоритетними або основними ознаками для будь-якого сорту яблуні вважають продуктивність, якість плодів, зимостійкість, імунітет і потрібний тип крони. Ці п'ять основних ознак у будь-якого колоноподібного сорту повинні бути на рівні кращих стандартних сортів і, якщо хоча б по одній з цих ознак колона поступається рівнем стандартних сортів, таку колону не визнають самостійним сортом. Деякі колони не є сортами, але мають окремі ознаки на дуже високому рівні і від них шляхом селекції можна передавати новому покращеному сорту. Так, колони 376/113 і 376/46 не підмерзають при  $-44^{\circ}\text{C}$  і цей незвичайно високий рівень зимостійкості передають приблизно чотирьом відсоткам гібридів, отриманих від цих форм. Точно так, колони

355/37 і 321/3 імунні до парші (ген *I/f*) та свій імунітет, як і належить, передають приблизно половині своїх гібридів. Селекціонери відкидають неімунні та незимостійкі як селекційну помилку, а залишають лише потрібні сіянці із задалегідь заданими ознаками.

Головне в тому, що біологічно це цілком реально і обов'язково в потомстві імунного або зимостійкого завжди є трохи таких самих сіянців, і їх треба виявити з усієї маси.

У новому сорті можна поєднувати вже напрацьовані високі рівні зимостійкості та стійкості до парші, причому ці поки що розрізнені показники можна поєднати в одному новому сорті. Відібрані за імунітет сіянці проводили через штучне проморожування при  $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$  і виявили сіянці, які одночасно поєднують в собі імунітет і зимостійкість до  $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Далі при посадці на плодоношення із сотень таких сіянців яблуні будуть виділені поодинокі рослини, у яких імунітет та зимостійкість поєднуються з рештою пріоритетних ознак (продуктивність, якість плодів) на заданому високому рівні. Зауважимо, що на 300–500 сіянців виходить один такий відбір, а при подальшому розмноженні та вивченні ділянок з таких розмножених відборів ми отримували.

Так будується важка та багаторічна робота з виведення сорту, але вона однакова у всіх країнах і треба правильно розрахувати сили ще до її початку.

Перераховані нами вже виведені та розмножені колоноподібні сорти яблуні в регулярно дають урожай більше 25 т/га (означає вище стандарту), плоди їх мають масу 100–150 г, за зимостійкістю та іншими показниками ці сорти не поступаються ‘Антонівці’. Розрізнено ці ознаки вже є в окремих форм яблуні, причому вже сьогодні є селекційні сіянці, що поєднують усі три перелічені ознаки в одному генотипі.

Генетика колоновидності є досить проста. Ця ознака обумовлена геном «*Co*» і якщо в генотипі сорту є один або два такі гена, то сорт має колоноподібну крону [55]. Всі колоноподібні сорти мають у своєму генотипі

по одному гену *Co*, але в нашій селекційній роботі в колоноподібних схрещуваннях з колоноподібними частина сіяньців має генотип *CoCo*. Це легко перевірити. якщо посіяти насіння від вільного запилення, то з генотипом *CoCo* дає тільки колоноподібні сіяньці, а з генотипом *Coco* дає і колони і так звані «неколони».

Яблуні з генотипом *CoCo* немає жодних переваг проти тими, які мають генотип *Coco*. Тепер вже є багато фактів, що яблуні з геном *Co* в Європі, Азії, Австралії залишаються колоноподібними, і географія їхнього поширення на колоновидність не впливає.

Прояв гена *Co*, чи мовою генетики — експресія цього гена - у різних генотипах зовні виглядає по-різному. Колоновидність як морфологічний показник дерева яблуні проявляється на тлі інших ознак дерева і особливо впадають у вічі відмінності за поєднаннями колоновидності з карликовістю та сильнорослістю, зі спуровим та неспуровим типом плодоношення, з потужною або слабкою енергією розвитку та іншими показниками листка та втечі [55].

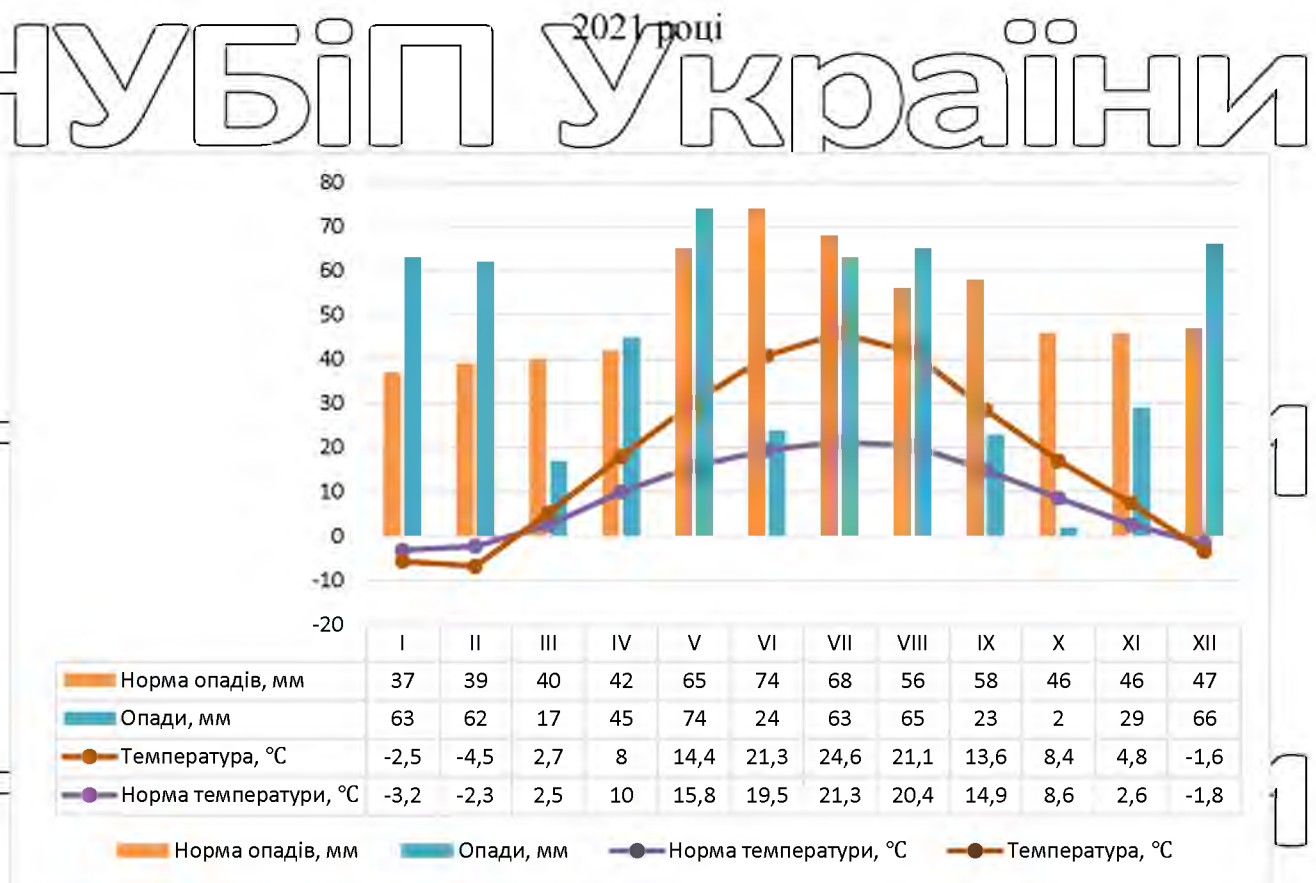
Ген *Co* добре поєднується в окремих сортах як з олігогенами так і з полігенами дуже високої зимостійкості, високої продуктивності, високих якостей плодів [43]. Ніякого зчеплення з негативними ознаками у гена *3* не виявлено, тому при виведенні нових сортів його можна поєднувати з будь-якими заданими ознаками [124]. У всіх гібридних сім'ях генетично невивчених колон завжди була в наявності певна кількість колоноподібних сіяньців, тобто батько передавав потомству свою донорську ознаку. Отже, всі вони були фактичними донорами колоноподібності, хоча вихідні форми в генетичному відношенні були і залишаються невивченими [129].

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МЕТОДИКА ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 2.1. Умови проведення дослідження

Дослідження проводилися протягом 2021–2022 років на базі навчальної лабораторії «Плодоовочевий сад» Національного університету біоресурсів і природокористування України. Навчальна лабораторія розташовується у північній частині Лісостепу України, де переважає помірно-континентальний клімат. Даний клімат доволі м'який та може забезпечити достатньою кількістю опадів протягом вегетаційного періоду (рис. 2.1.1).

Рисунок 2.1.1 – Порівняльна характеристика багаторічних норм опадів та температури повітря з поточними даними по опадам і температурі повітря у



Найсудорішим місяцем у 2021 році в умовах Київської області України являвся лютий з середньою температурою  $-4,5$  °C, а найбільш сонячним та теплим був липень, коли середня температура становила  $+24,6$  °C [6].

Середньорічна температура у даному районі складає  $13$  °C, а також температура протягом багатьох років у липні тримається на рівні  $+21,3$  °C, у січні  $-3,2$  °C

(рис. 2.1.1).

Початок вегетаційного періоду (температура за добу не знижується менше ніж  $+5^{\circ}\text{C}$ ) припадає на першу декаду квітня. В кінці ж квітня розпочинається активна фаза вегетації рослин, коли середньодобові температури не падають нижче  $+10^{\circ}\text{C}$  (понад 160 діб). Сума активних температур за цей період протягом останніх 5 років коливається у межах  $3200\text{--}3600^{\circ}\text{C}$ . За рік в середньому випадає 400 мм опадів [6].

Різні агрохімічні фактори (вміст гумусу та мінеральних речовин, рН ґрунту і т.п.) та параметри хімічних властивостей ґрунту впливають рівнозначним чином на оптимальні умови розвитку та росту рослин. В якійсь мірі вони залежать від типу ґрунту та здатності ним накопичувати мінеральні та органічні речовини [11].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем дерново-середньодзолений крупнопилуватий середньосуглинковий, сформований на лесових відкладах, типовий для північної частини Лісостепу. Вміст гумусу в орному шарі (0–40 см) становить 0,69–2,07 %, рН водної витяжки дорівнює 6,47–6,81 (табл. 2.1.1).

**Таблиця 2.1.1** Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки

Глибина відбору зразків ґрунту, см	рН водне	$\text{NO}_3$ , мг/кг	$\text{P}_2\text{O}_5$ , мг/кг	$\text{K}_2\text{O}$ , мг/кг	Гумус, %
0–20	6,81	63,0	314,4	103,2	1,17–2,07
20–40	6,56	51,8	290,4	79,4	0,69–0,83
40–60	6,47	33,6	175,0	58,2	
60–80	6,73	22,4	140,0	50,0	
80–100	6,73	21,0	117,6	58,3	
оптимальні рівні забезпечення	6,5–7,0	90–150	150–200	120–180	-

Також виявлено, що забезпеченість ґрунту лужнодіяльним азотом дуже низька (за Корнфільдом), а вміст рухомих сполук фосфору (за

Чіріковим) – високій у всіх горизонтах, в орному шарі ґрунту (0–40 см) – дуже високий. У першому рівні відбору зразків ґрунту (0–20 см) відзначено підвищене забезпечення обмінним калієм (за Чіріковим), у всіх інших рівнях – середнє.

## 2.2. Об'єкти дослідження та їх характеристика

Об'єкти дослідження – морозостійкість та перехресна плідність колоноподібних сортів яблуні у плодоносному саду.

Предмет дослідження – 13 сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу трьох еколого-географічних груп вітчизняної та зарубіжної селекції в насадженнях яблуні НЛ «Плодоовочевий сад» НУБіП України та насадженнях первинного сортовивчення ІС НААН (табл. 2.2)

Характеристика досліджуваних сортів

Назва сорту/гібриду	Строк досягання	Країна-оригіатор	Походження
Валюта	зимовий	Росія	KB6 × OR38T17
Президент	літній	Росія	вільне запилення KB103
Фаворит	осінній	Україна	Трайидент × Редфрі
Спарта	зимовий	Україна	Спартан × KB-9
Болеро (к)	осінній	Англія	Мекінтош Важак × Грінслівз
Останкіно	осінній	Росія	Обильное × Важак
Білосніжка	зимовий	Україна	Болеро Ренет × Симиренко
Арбат	осінній	Росія	SA54-108 × TSR12T77
11/1 (2)	невідоме	Україна	невідоме
Дюймовочка	зимовий	Україна	Норсен спай × M1
Михайлівське	невідоме	Україна	невідоме
11/15	невідоме	Україна	невідоме
Вікторія	невідоме	Україна	невідоме

Сад закладений у 2002, 2010 та 2024 рр. згідно методики первинного

сортовипробування [18]. Деревя на підщепі 54-118 висаджено за схемою 4×1м. За контроль взято колоноподібний сорт 'Болеро'.

**Методи дослідження.** Роботу виконано на основі польових і лабораторних досліджень із застосуванням кількісних, економічних методів.

Статистичну обробку результатів дослідження здійснено методами дисперсійного та кореляційного аналізів із застосуванням засобів Excel.

Агротехнічний догляд проводився згідно з рекомендаціями ІС НААН щодо вирощування плодоносних інтенсивних насаджень без зрошення в зоні Лісостепу. Зокрема, ґрунт у міжряддях утримувався під дерново-перегнійною системою, в пристовбурних смугах – під гербіцидним паром. Захист від шкідників і хвороб виконували за рекомендаціями сектора захисту рослин ІС

НААН України.

### 2.3. Методика дослідження

Закладання дослідів, обліки та спостереження проводили відповідно до «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [18], «Методики проведення польових досліджень з плодовими культурами» [10] та «Методики державного випробування...» [12].

Для характеристики метеорологічних умов користувались даними метеостанції ІС НААН України. Особливості проходження фенологічних фаз відмічали за методикою Т.Є. Кондратенко [9].

Морозостійкість оцінювали із допомогою методу прямого проморожування за М.О. Соловйової [21].

Життєздатність пилку визначали за методикою А.С. Татарінцева [22]. Енергію росту пилкових трубок досліджували за методикою З.П. Паушевої [13].

Силу квітування визначали за відношенням генеративних бруньок до загальної кількості бруньок. Корисну зав'язь підраховували як відношення кількості зав'язі після третьої хвили редукції елементів репродукції до

кількості квіток [4]. Настання знімальної стиглості плоів визначали за йодо-кrohмальною пробєю [24]. Величину врожаю обшюували ваговим методом.

Морозостійкість визначали у період глибокого спокою методом прямого проморожування однорічних приростів за методикою М. Соловйової [81] з модифікаціями В. Грохольського [82, 83]. Алгоритм проведення прямого проморожування такий:

- 1) відбір зразків (відбирали однорічні прирости до 30–40 см у 5-ти кратній повторності);
- 2) підготовка їх до проморожування;
- 3) розміщення у морозильних камерах (проморожували за температур -25 та -30 °С, порівнювали із контрольним варіантом без проморожування, загалом 195 зразків);
- 4) загартування (витримка при -5 °С протягом 2...4 годин);
- 5) зниження температури до заданої (2...5 °С за годину);
- 6) витримка на заданій температурі (4-6 годин);
- 7) відігрів (2...5 °С за годину);
- 8) стратифікація зразків для прояву пошкоджень (не менше 7 діб при кімнатній температурі);
- 9) визначення ступеня ушкодження (мікроскопна оцінка інтенсивності пошкодження (побуріння) окремих тканин на поперечних зрізах пагонів);
- 10) підготовка даних до аналізу;
- 11) дисперсійний аналіз отриманих результатів;
- 12) висновки.

У процесі статистичного опрацювання результатів польових і лабораторних вимірювань проводили дисперсійний і кореляційний аналіз за Б.О. Доспеховим [3] із використанням засобів Excel. Економічне обґрунтування ефективності досліджуваних варіантів здійснювали за методикою О.М. Шестопаля [25, 26].

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ В УРОЖАЙ

### 3.1. Сила квітування колоноподібних сортів яблуні

Для більшості сортів колоноподібної яблуні, за вирощування в умовах Західного Лісостепу України, дана ознака зумовлена погодними умовами попередньої вегетації. Згідно інформації науковців відомо, для запилення рослинам необхідна температура повітря від плюс 18...24 °С, правильна вологозабезпеченість, наявність доброго запилювача та висока інтенсивність освітлення.

Оптимальною силою квітування для звичайних сортів яблуні є – 13-22%, ці результати представлені для звичайних сортів яблуні та цілком забезпечують одержання щорічних товарних урожаїв. Вдалося дослідити, що сила квітування у всіх колоноподібних сортів показала варіювання за роками (табл. 3.1.1).

Таблиця 3.1.1

Сила квітування колоноподібних сортів. ІС НААН, 2017-2022 рр.

Сорт	Сила квітування, %						Середнє
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Болеро (К)	34,1	30,5	6,2	24,5	12,3	28,5	22,7
Спарта	12,9	71,3	17,4	52,7	14,6	47,5	36,1
Танцівниця	29,4	98,4	4,0	86,4	13,5	76,5	51,4
НІР <sub>05</sub>	36,56	5,97	3,68	12,80	4,54	11,54	24,72
Білосніжка	36,2	48,5	35,0	36,8	29,5	38,6	37,4
Валюта	63,8	55,9	1,9	48,5	24,3	73,4	44,6
Президент	46,8	51,5	2,1	45,5	21,4	71,4	39,8
Фаворит	8,3	31,6	21,1	29,6	19,5	27,5	22,9
НІР <sub>05</sub>	27,12	18,09	4,42	11,57	9,44	12,53	15,61
НІР <sub>05</sub> по всіх сортах	28,35	13,17	3,76	10,96	6,43	18,45	14,06

За роки досліджень сила квітування яблуні колоноподібного типу у середньому коливалась в межах 22,9–51,4%, що є достатнім для отримання врожаїв щороку.

В старшому насадженні сила квітування була в сорті ‘Танцівниця’, в другій групі сортів – у ‘Валюти’. ‘Білосніжка’ була стабільною в силі квітування (в межах 29,5–48,5%), що обумовлюється щорічною зав'язуваністю плодів (табл. 3.1).

За даними Т.Є. Кондратенко [129], при рясному закладанні генеративних бруньок (сила квітування 35–40% і більше) догляд за такими насадженнями яблуні звичайної виконується так: взимку або ранньою весною проводять обрізування, пізніше, в період квітування та наступні два тижні робиться нормування квіток чи зав'язі. Мінімальним є приріст пагонів у більшості сортів колоноподібного типу, через це, нормування проводиться зменшенням кількості квіток та зав'язей з обрізкою розгалужень плодових утворень. Такі рекомендації враховуються при догляді за рослинами колоноподібних сортів.

### 3.2. Життєздатність пилку та перехресна плодючість сортів

Щоб зав'язати плоди культури пом'якшого клімату потребують запилення. Персик, нектарин, черешня, абрикос і деякі європейські сливи [111] – самоплідні. Для перехресного запилення яблуні, груші та черешні потрібні змішані посадки різних сортів [113]. Відсотки квіток, що потрібно зав'язати відрізняються, для черешні потрібне число складає 20–60%, для вишні – 20–75%. Для тих же культур де розмір плоду несе комерційне значення, відсоток квіток, які потрібно заплити, нижчий в рази, а саме: яблуня – 5–8 [113], груші 5–11%, персика 15–20%, абрикоси 20–25%, сливи 3–20%. Кліматичні умови вирощування [97] також впливають на квітування. Кліматичні умови вирощування впливають на якість пилку та роботу комах-запильників в саду [102, 105].

Запилення, власне – це перенесення пилкових зерен з пиляків на приймочку маточки [111, 117]. Яблуня (*Malus domestica* Borkh.) квітуче дерево, врожайність якого залежить від такого фактору, як, перехресне

запилення між двома перехресно-сумісними сортами. Від процесу запилення [99] залежить якість і кількість продукції яблук. Звичайно, до вимог зав'язування плодів і продуктивності дерев, слід додати, що наявність

різноманітних джерел пилку позитивно впливає на параметри якості плодів, а саме, розмір, форма, також, накопичення органічної речовини [91, 107].

Яблуня дуже залежить від запилення комахами [96]. Внесок комах є дуже важливим для отримання хороших врожаїв [98, 99, 101]. Щоб кількість пилку не зменшилась, в одному такому комерційному саду висаджують одне чи

два дерева, так звані «донори» пилку, іншими словами запилювачики. Багато науковців стверджує, що щільне розташування сортів-запилювачів в садах, сприяє збільшенню частки запилювачів, які в більшості своїй несуть

життєздатний пилок, врешті-решт покращуючи цим зав'язування плодів та насіння [99, 110]. План розміщення сортів-запилювачів є дуже важливим.

Рекомендоване розміщення сортів-запилювачів суцільними рядами. Є різні схеми розміщення, зокрема, чергування двох рядів сортів-запилювачів між чотирма рядами основного сорту.

Один з основних процесів – є квітування яблунь, він приводить до продуктивності плодового дерева [93, 119], саме тому вивчення цього питання є дуже важливим для селекції [109, 129, 138]. Врожайність та

якість плодів – це результат кількості та якості квіток [114, 115]. Прибуток з яблуневого саду можна отримати вже через кілька років після посадки, саме тому, потрібно правильно обрати сорти, бо від цього залежить

рентабельність вирощування даних рослин [120].

Оцінка різноманітних фенотипічних ознак – є, також, важливою для характеристики сортів-запилювачів. А саме, одночасність та інтенсивність квітування саме з продуктивними сортами, утворення пилку та його якість

[106]. Однією з важливих ознак для визначеності здатності будь-якого сорту до запилення – є інтенсивність квітнування та утворення пилку. Тому що велика кількість пилкових зерен може покращити результат запліднення яйцеклітин, і, внаслідок цього, зав'язування плодів комерційних сортів [95].

Від сорту пилку залежить його виробництво. Якість пилку визначається його життєздатністю, яка також повинна враховуватись із завданням отримати хороші врожаї [108].

Дослідження, щодо проростання пилку яблунь показали варіативність, залежно від розташування дерев. Ці дослідження належать Ramirez та Davenport [112]. Триплоїдні сорти показали низьку швидкість проростання пилку [94].

Колоноподібний тип показав абсолютно різний ступінь періодичності плодоношення [103, 104, 123, 124]. Періодика плодоношень – це поширена проблема для яблунь, в цілому [100], де занадто велика кількість плодів у «хороші» роки створює конкуренцію між утворенням плодів та диференціацією генеративної бруньки, що стає наслідком низьких або й повних відсутності врожаїв [116]. Така періодичність створює проблеми з постачанням плодів яблуні на обласних рівнях.

Умови проходження мікроспорогенезу, звичайно ж, впливає на якість пилку. Порушення в редукційних поділах та утворення великої кількості стерильних пилкових зерен [127] може відбуватись через підвищення температури повітря до 36–38 °C або зниження до мінус 3 °C. Температура при якій відбувається проростання пилку в приймочках маточки яблуні є 18–24 °C [126]. На жаль, сьогодні інформації про якість пилку колоноподібних яблунь недостатньо.

В умовах саду значний вплив на якість пилку мають гідротермічні умови та фізіологічний стан дерев.

Таблиця 3.2.1.

## Характеристика якості пилкових зерен різних сортів. (2019–2022 рр.).

Сорт	Всього переглянуто пилкових зерен, шт.	Кількість пилкових зерен різної якості						Довжина пилкових трубок за експозиції 4 години, мкм
		шт.	пророслі, %	шт.	не пророслі, %	шт.	оптично порожні, %	
Айдаред (к)	2654	2 232	84	369	14	53	2	594
Арбат	2671	2 220	83	319	12	132	5	601
Білосніжка	2945	1 973	67	740	25	231	8	542
Валюта	3015	2 660	88	297	10	58	2	625
Останкіно	2680	2 250	84	241	9	189	7	578
Президент	3110	2 682	86	364	12	63	2	611
Спарта	2869	1 895	66	741	26	233	8	547
Фаворит	2856	1 745	61	856	30	255	9	675

Ступінь проростання пилку поділяється на три групи:

- фертильні зерна пилку з низькою життєздатністю – 30–30%;
- середня – 31–69%;
- висока – 70–100%.

У 2021–2022 роках в регіонах Київщини сорти колоноподібних яблунь створювали пилки середньої та вищої якості (табл. 3.2.1)

Найвищу кількість пророслих пилкових зерен, тобто життєздатність пилку найвища, спостерігали в сортів ‘Арбат’ (83 %), ‘Останкіно’ (84 %), ‘Президент’ (86 %) та ‘Валюта’ (88 %), у контролю ‘Айдаред’ життєздатність пилку була на рівні 84 %. У сортів української селекції ‘Фаворит’, ‘Спарта’ (рис. 3.2.1.) та ‘Білосніжка’ пилки були середньої якості (61, 66 та 67 % відповідно).

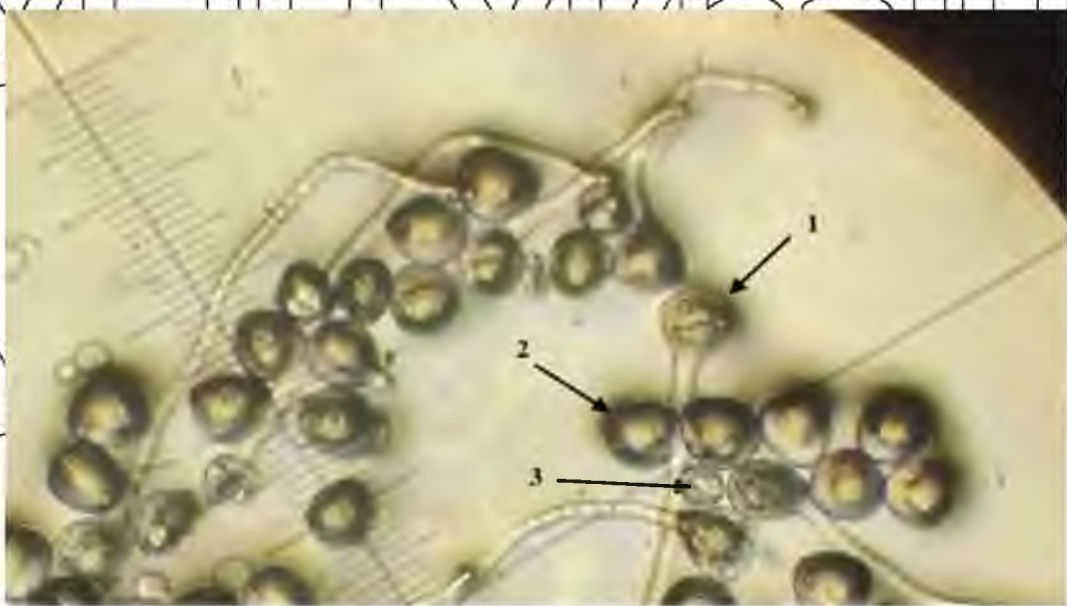
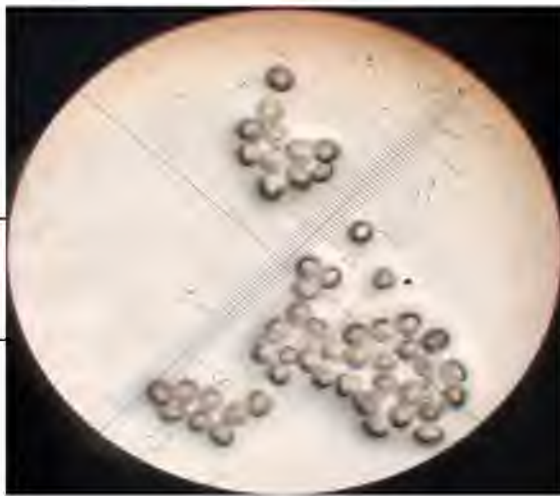


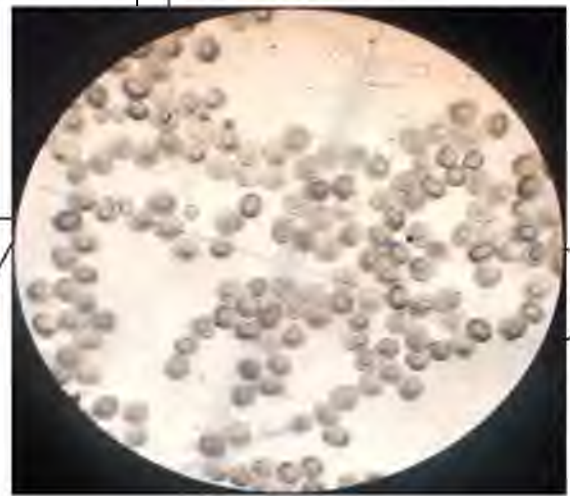
Рисунок 3.2.1.. Пилкові зерна сорту ‘Спарта’ ; 1 - пророслі з довгою трубкою, 2 - не пророслі, 3 - оптично порожні.

Найменшу кількість оптично порожніх зерен формували квітки сорту Президент, Валюта та контрольний сорт (‘Айдаред’). У інших досліджуваних сортів кількість оптично порожніх зерен на 3–7% більше. Найбільшу кількість добре висловлених, але не пророслих пилкових зерен, формували ‘Фаворит’.

Пилкові зерна розрізняють за розміром і формою. Форма пилку яблуні переважно сферична, еліптична, овальна та подовжено-овальна, також зустрічається трикутні та шестикутні зерна. За формою та розмірами пилкові зерна досліджуваних колоноподібних сортів, як і контролю, були однорідними. Оптично порожніх зерен у пилку колоноподібних сортів було не багато — 2-9%, в ‘Айдаред’ — 2%. Пилкові зерна усіх колоноподібних сортів характеризувалися скруглою, трикутною та овальною формою, чим не відрізнялися від сорту ‘Айдаред’ (рис. 3.2.7. – 3.2.9.).



a



b



a



b

**Рисунок 3.2.3. Пилкові зерна за 3 години після посіву на штучне живильне середовище (збільшення в 90 раз); а- ‘Спарта’, б- ‘Айдаред’.**

Один з показників якості пилку – це довжина пилкових трубок, яка дає змогу оцінювати ефективність використання сортів як запилювачів. Сорт

‘Фаворит’ має найбільшу енергію росту пилкових трубок після тригодинного пророщування на живильному середовищі. Довжина пилкових трубочок сортів колоноподібної яблуні була середньою, згідно до класифікації М. Ро [133].

Дуже велика кількість сортів яблуні – є самобезплідними. Тільки за умови запилення пилком іншого сорту [130, 131, 136, 137] проходить запилення і формування високих врожаїв. Вибір запилювачів здійснювався згідно досліджуваних сортів колоноподібного типу (табл. 3.2.2).

Таблиця 3.2.2.

### Ефективність перехресної плодючості колоноподібних сортів яблуні, %.

ІС НААН, 2019–2022 рр.

Сорт	Голден джем	Професор Шпрінгер	Арбат	Білосніжка	Валюта	Останкіно	Вільне запилення
	♂						
♀ Арбат	9,0	8,6	-	4,2	8,1	8,9	7,6
♀ Білосніжка	8,2	8,1	7,4	-	7,8	7,5	7,1
♀ Валюта	12,3	11,9	8,2	5,3	-	9,6	9,9
♀ Останкіно	9,2	9,0	8,0	4,3	-	-	8,1
♀ Президент	11,9	11,3	8,6	5,1	9,8	9,4	9,7
♀ Спарта	9,4	9,2	8,4	4,7	9,4	8,4	8,2
♀ Фаворит	9,3	9,2	8,4	3,1	8,4	8,5	8,2

У результаті запилення квіток колоноподібних сортів пилком універсальними запилювачами ‘Голден Джем’ та ‘Професор Шпрінгер’ утворювалась найбільша кількість плодів, як і у варіанті “вільне запилення”.

Ступінь зав’язування плодів була нижчою, ніж при вільному запиленні (к),

якщо запилювачом були колоноподібні сорти.

### 3.3. Ступінь зав'язування плодів

Створення надмірної кількості зав'язі – це одна з особливостей генеративного розвитку яблуні. Для закладання врожаю, використовується невелика частина в межах 5–12% від усієї кількості квітів на дереві [125].

Одразу після квітування обсіпається орієнтовно 3–5% зав'язі, а протягом червня – від 80 до 85%. Після такого обсіпання дерево залишає лише «корисну» зав'язь [128].

Сила квітування, рівень зволоженості ґрунту та повітря, ступінь запилення квіток, обрізка в попередньому сезоні [121] – це чинники, від яких залежить саме ступінь обсіпання зав'язі. Якщо на дереві збережеться близько 20% зав'язі то це може негативно вплинути на гормональний баланс

у рослинах (ауксини\цитокініни), що призведе у майбутньому до навантажень плодами на дерева вже в наступний період вегетації, згідно інформації вченого Л.Л. Бунцевича [122].

Таблиця 3.3.1

Сорт	Корисна зав'язь, %
	2022 рік
Блосніжка	4,6
Болеро	7,8
Валюта	24,1
Президент	18,6
Спарта	14,2
Танцівниця	9,8
Фаворит	13,3
НІР <sub>05</sub>	4,38

Найбільший відсоток корисної зав'язі за весь період дослідження відмічено у рослин 'Фаворита', 'Спарти', 'Валюти' та 'Президента'

(13,3–24,1 %), найменший — у ‘Білосніжки’, що пояснюється низькою ефективністю перехресного запилення (табл. 3.3.1).

### 3.4. Морозостійкість яблуні колоноподібного типу (*Malus domestica* Borkh.) методом прямого проморожування

Стрес від підмерзання тканин яблуні є одним із найважливіших лімітуючих факторів, що визначають екологічне поширення та вирощування плодкових порід. Отже, оцінка ризику заморозків є критичною для виробництва плодів та садівництва в цілому. Ризик підмерзання є значним, коли небезпека (тобто вплив шкідливих температур повітря) перетинається з вразливістю (тобто чутливістю до морозу).

Стреси, пов'язані з заморозками, сильно впливають на висотний і широтний розподіл плодкових рослин [33, 34, 35]. Серед різних погодних небезпек заморозки завдають найбільших економічних втрат у сільському господарстві [36, 37, 38]. Разовий приморозок може призвести до збитків у сотнях тисяч гривень у виробництві плодів і дерев [39]. Більшість плодкових культур, які зараз зростають в помірних зонах, походять з теплих регіонів, особливо з Азії, наприклад, волоський горіх, яблуні, груші та сливи [40]. У процесі селекції [41] головними цілями були висока врожайність і сильна стійкість до патогенів, а не морозостійкість [42, 43]. Хоча мороз різко обмежує форми життя і створює величезні економічні втрати, він не був настільки ретельно вивчений, як інші біотичні або абіотичні стреси, такі як посухостійкість. Основною причиною цього може бути те, що пошкодження виникають коли дерева здаються неактивними, а видимими вони стають лише в наступний вегетаційний період.

Морозочутливість є протилежною морозостійкості. Під час річного циклу росту та спокою найбільш ризикованими є перехідні періоди восени та навесні. Саме тоді рослини найбільш вразливі та існує помірна ймовірність вимерзання. Ймовірність осінніх і весняних заморозків є досить високою

[42] Восени та навесні помірні заморозки можуть значно пошкодити дерева, але взимку температури, які завдають шкоди (тобто морозостійкість), набагато нижчі, ніж температури, з якими стикаються дерева [44].

Фенологічні стадії контролюють вплив морозу на вразливі органи (наприклад, розпускання бруньок, розпускання квітів і листя) [45]. Отже, індукція спокою та вивільнення відбувається одночасно з акліматизацією до морозу та деакліматизацією [46]. Після припинення росту акліматизація до заморозків та вивільнення з епидодорманту регулюються низькими температурами, тоді як деакліматизація та вихід з екологічного спокою згодом контролюються більш теплими, м'якими температурами [47]. У деяких видів плодових культур фотоперіод також може впливати на вихід у стан спокою та час розпускання бруньок [48]. Фотоперіод має найбільший ефект коли вимоги до охолодження не були виконані [49]. «Запас безпеки» (розрахований як різниця між температурами, що викликають пошкодження, та мінімальними температурами) зазвичай є достатньо широкими наприкінці періоду екологічного спокою, щоб уникнути пошкодження бруньок [50]. Тим не менш, заморозки все ще можуть мати місце [51].

На рівні окремих видів плодових культур морозостійкість добре досліджена. Багато моделей використовуються для прогнозування тимчасових змін морозостійкості [52]. Однак дерева є інтегрованими організмами, що складаються з повторюваних структур [53] (наприклад, бруньки, пагони, гілки). Вони гістологічно та просторово відмінні та розташовані на відстані до кількох метрів один від одного. Така організація призводить до неоднорідності температур органів через неоднорідність мікрокліматичних умов. У внутрішньо індивідуальному масштабі просторова мінливість морозостійкості та безпеки також неоднорідна, від кореневої системи до верхівкових бруньок [54]. Наслідки заморозків для надземних вегетативних частин рослин досліджені менш ретельно, ніж для економічно важливих частин, таких як квіти та плоди [55, 56, 57]. Однак архітектура

надземної частини дерева впливає на розподіл температури (мікроклімат), а отже, на потенційну шкоду [58]. У всіх частинах рослини верхівкова меристема пагона відіграє ключову роль, оскільки пошкодження її температурою впливають на виживання, екологічний розподіл [59] і утворення плодів [60]. Коли верхівкові бруньки пошкоджені, втрата верхівкового домінування призводить до зміни моделей росту особливо у яблуні колоноподібного типу. Таким чином, наступні зміни в архітектурі дерева будуть змінювати місцеві умови навколишнього середовища (наприклад, світло, температуру та вологість), що, у свою чергу, може вплинути на накопичення вуглецю та розвиток шкідників.

Продуктивність і стійкість рослин у саду залежать від процесів росту. Зростання – це інтегративний процес, контрольований умовами навколишнього середовища. Незалежно від виду рослин або місця розташування, стреси, пов'язані з морозом, мають подібні наслідки, викликані низькими температурами та позаклітинним або внутрішньо клітинним підмерзанням. Дерева використовують подібні стратегії, щоб впоратися з цими стресами. Морозостійкість зазвичай залежить від осмотичного контролю за допомогою кріопротекторів і вмісту вільної води в тканинах. Тим не менш, емпіричні зв'язки між факторами навколишнього середовища і морозостійкістю часто використовувалися для цілей моделювання та прогнозування. Низькі температури впливають на живі клітини рослин і неживі здерев'янілі структури. Залежно від того, чи опускається температура нижче точки замерзання соку, виникає пошкодження від охолодження або замерзання [61]. Пошкодження від замерзання також залежать від місця утворення льоду.

У глибоку зиму основний ризик заморозків виникає через зимову посуху, а не від морозу [62]. Коли ґрунт замерз, зневоднення надземних частин не компенсується поглинанням води корінням, що може бути згубним для рослин [63]. У холодних районах рослини можуть бути повністю укриті

льодом і пошкоджені від аноксії [33]. Легкі заморозки, які викликають деакліматацию [64, 65], можуть завдати шкоди, коли повторюються морози [66].

На морозостійкість може впливати багато факторів, у тому числі висота рослин, мікроклімат, стан ґрунту. Саджанці, як правило, більш чутливі, ніж дорослі рослини [67]. З різних рослинних тканин кора є найбільш стійкою, значно більше, ніж деревина [54]. Бруньки є найбільш чутливими та найбільш схильними до морозу органами [68]. Багато досліджень зосереджені на здатності рослин до глибокого переохолодження та поширенню льоду в бруньках і деревині [69, 70, 71]. Взимку бруньки від'єднуються від ксилеми деревини, що може перешкоджати поширенню льоду в бруньку [70]. Навесні бар'єр між ксилемою та бруньками усувається, і поширення льоду в бруньці може завдати серйозної шкоди [72], поставивши під загрозу урожай плодів протягом усього року [60, 73].

У середині вегетативної бруньки зачатки листя є найбільш чутливими частинами, тоді як прокамбій і серцевина паренхіма можуть вижити при нижчих температурах [74]. У квітках стрес від замерзання маточки та насінневих зачатків визначає потенційне виживання отриманого насіння [75]. Бруньки в нижній частині дерева більш вразливі до морозу, ніж у верхній. Бутони, звернені до сонця, більш стійкі, ніж ті, що знаходяться на протилежній стороні.

У природних умовах можна спостерігати два види заморозків: адвективні заморозки і радіаційні заморозки. Заморозки, які пошкоджують рослини, частіше бувають радіаційними, ніж адвективними. Радіаційні морози можна порівняти з утворенням роси: нічне променеве охолодження відкритого органу знижує його температуру, а це може призвести до замерзання крапель води на поверхні органу. Радіаційні заморозки зазвичай виникають після заходу сонця, коли небо чисте, а швидкість вітру низька. Коли сонячна радіація не надходить в систему, а довгохвильове

інфрачервоне випромінювання розсіюється в небо, баланс теплової енергії стає негативним. При негативному енергетичному балансі температура системи (або шару повітря навколо рослини, або самої рослини) падає [37].

Це відбувається частіше у вузьких долинах, ніж на рівнинах, і рідше у висотних регіонах, які більше піддаються дії вітру. Таким чином, сильні вітри звужують різницю між температурою органу та повітрям [76].

Українські науковці вказують на різний рівень морозостійкості у сортів яблуні [77, 78].

Вивчення морозостійкості зазвичай базується на аналізі різних фізіологічно-біохімічних показників або на використанні методу прямого проморожування. Метод дозволяє визначати морозостійкість рослин за об'єктивними ознаками пошкодження при дії на них низьких температур з використанням морозильних камер [79, 80].

Проблема визначення морозо- та зимостійкості сортів яблуні виникла із початку вивчення придатності різних сортів до вирощування в зонах з несприятливими умовами зимівлі або до інтродукції з регіонів з більш помірним кліматом.

Морозостійкість - це здатність переносити без ушкоджень низькі негативні зимові температури. Під зимостійкістю розуміють спроможність рослинного організму витримувати всі негативні фактори перезимівлі, особливо тривалі відлиги та різкі коливання температури. Нажаль, в Україні, на сьогодні немає чіткої інформації щодо рівня морозостійкості яблуні колоноподібного типу, тому метою досліджень було виділення із досліджуваних сортів та гібридів найбільш стійких до морозу.

Отриманими результатами з прямого проморожування краще оперувати, опираючись на абсолютні показники, котрі обчислюються за допомогою визначення відсоткового ушкодження в порівнянні з теоретично можливим повним пошкодженням. Якщо максимальне пошкодження оцінювати 5 балами (відмирання тканин), можливе максимальне

пошкодження однорічного приросту дорівнює 500 балів (100%)

У під час глибокого спокою при проморожуванні дослідних зразків за температури мінус 25 та 30 °С виявлено різну стійкість сортів та частин пагона до низьких температур (Рисунок 3.4.1.). Найбільш вразливими до морозу у всіх сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу виявились верхівкова брунька та генеративні бруньки.

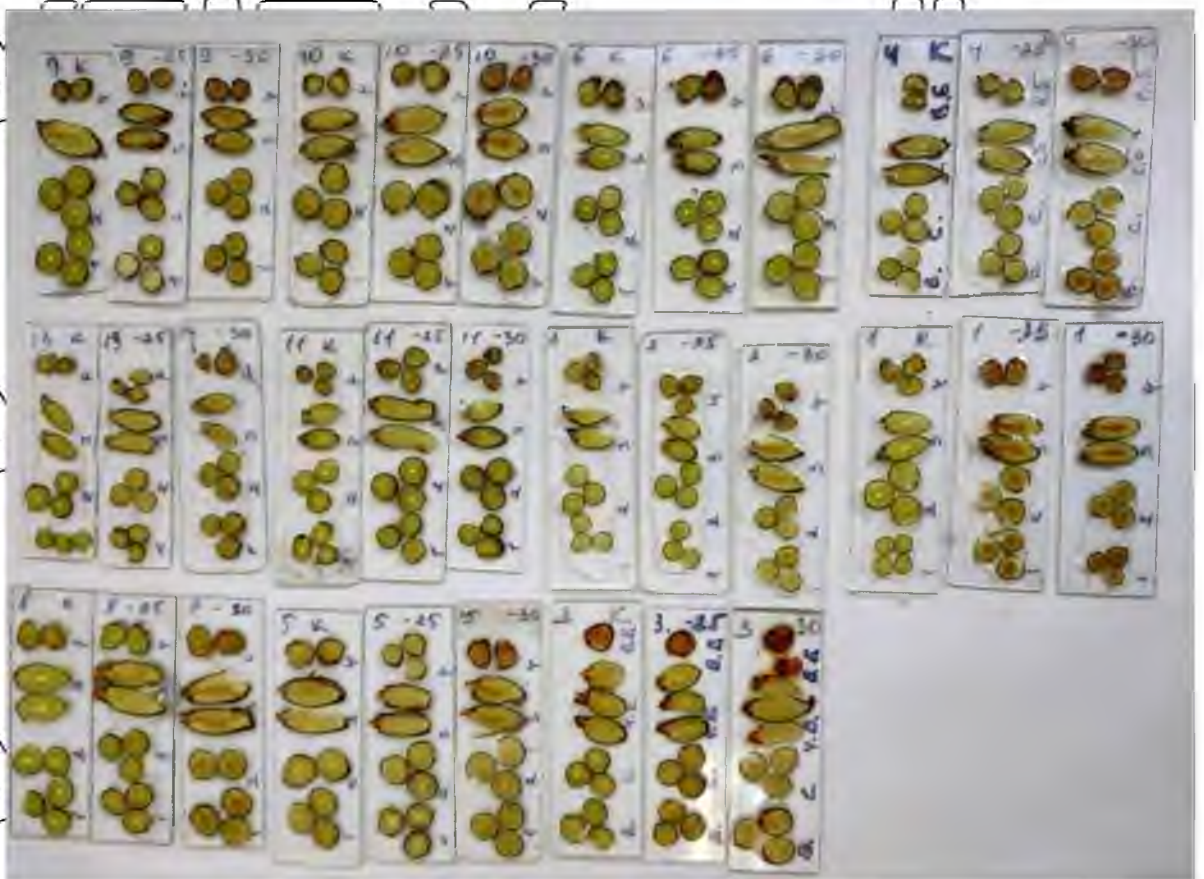


Рисунок 3.4.1. Визначення морозовитривалості методом прямого проморожування

Стійкими до морозу були тканини середньої та верхньої частини пагона у міжвузлі. За температури проморожування мінус 25 °С індекс пошкодження при загальному підмерзанні був найменшим у сортів ‘Валюта’ – 0,71, ‘Фаворит’, ‘Білосніжка’ та гібрида ‘11/15(2)’ – 1,42–1,44; найбільшим у сорту ‘Болеро’ – 49,29 (табл. 3.4.1.).

Загальне підмерзання пагонів сортів та гібридів яблуні під час глибокого

Сорт/гібрид	спокую		
	Температура проморожування, бал		
Контроль	-25 °С	-30 °С	
Болеро	7,14 <sup>abc</sup>	49,29 <sup>e</sup>	107,86 <sup>d</sup>
Валюта	0,00 <sup>a</sup>	0,71 <sup>a</sup>	18,57 <sup>a</sup>
Президент	13,57 <sup>cd</sup>	22,86 <sup>c</sup>	72,14 <sup>c</sup>
Останкіно	11,43 <sup>e</sup>	14,29 <sup>bc</sup>	49,29 <sup>bc</sup>
Спарта	0,71 <sup>ab</sup>	10,71 <sup>b</sup>	20,00 <sup>a</sup>
Фаворит	0,00 <sup>a</sup>	1,43 <sup>a</sup>	12,86 <sup>a</sup>
Білосніжка	0,00 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>	11,43 <sup>a</sup>
Арбат	21,43 <sup>d</sup>	32,86 <sup>d</sup>	67,86 <sup>c</sup>
11/1(2)	4,29 <sup>abc</sup>	15,71 <sup>bc</sup>	42,86 <sup>b</sup>
Дюймовочка	20,01 <sup>d</sup>	24,29 <sup>cd</sup>	50,71 <sup>bc</sup>
9/110 Михайлівське	2,14 <sup>ab</sup>	10,71 <sup>b</sup>	25,00 <sup>ab</sup>
11/15(2)	0,00 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>	11,43 <sup>a</sup>
9/78 Вікторія	2,14 <sup>ab</sup>	10,71 <sup>b</sup>	25,00 <sup>ab</sup>

**Примітка:** Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ( $P \leq 0,05$ )

За температурою проморожування мінус 30 °С індекс пошкодження при загальному підмерзанні був найбільшим у сорту ‘Болеро’ – 107,86; найменшим у ‘Білосніжки’ та гібрида ‘11/15(2)’ – 11,43, ‘Фаворита’ – 12,86, ‘Валюти’ – 18,57, ‘Спарта’ – 20,00. Загальний ступінь пошкодження сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу при температурах проморожування мінус 25 та 30 °С є досить низьким, хоч потрібно розуміти, що на морозовитривалість впливає не тільки мороз.

У сортів яблуні колоноподібного типу ще у розсаднику відбувається диференціація генеративні бруньки, отже стійкість останніх до низьких мінусових температур впливає на майбутню врожайність та архітектуру

рослин у цілому. Вивчення їх стійкості в різних сортів колонії подібної яблуні проти низьких температур дозволить рекомендувати сорт для певного регіону вирощування.

При проморожуванні за температури мінус 25 °С спостерігали незначні пошкодження генеративних бруньок (табл. 3.4.2.); критичного рівня пошкоджень не відмічено у жодного досліджуваного варіанта.

**Ушкодження тканин пагонів, генеративних бруньок та верхівкових бруньок різних сортів та гібридів яблуні (Температура проморожування мінус 25 °С)**

Сорт/гібрид	Пагін			Генеративна брунька	Верхівкова брунька
	Верхівка	Середина	Через бруньку		
Болеро	35,03 <sup>d</sup>	37,51 <sup>de</sup>	60,01 <sup>e</sup>	70,02 <sup>f</sup>	130,06 <sup>g</sup>
Валюта	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	10,03 <sup>a</sup>
Президент	12,51 <sup>b</sup>	25,05 <sup>bc</sup>	20,14 <sup>c</sup>	40,08 <sup>e</sup>	70,05 <sup>c</sup>
Останкіно	10,03 <sup>b</sup>	10,14 <sup>a</sup>	10,09 <sup>b</sup>	40,11 <sup>e</sup>	40,13 <sup>b</sup>
Спарта	10,12 <sup>b</sup>	10,09 <sup>a</sup>	10,12 <sup>b</sup>	20,01 <sup>c</sup>	10,03 <sup>a</sup>
Фаворит	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	20,13 <sup>ab</sup>
Білосніжка	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	20,09 <sup>ab</sup>
Арбат	35,12 <sup>d</sup>	35,09 <sup>cd</sup>	35,12 <sup>d</sup>	10,14 <sup>b</sup>	30,03 <sup>b</sup>
11/1(2)	10,06 <sup>b</sup>	10,03 <sup>a</sup>	10,05 <sup>b</sup>	30,09 <sup>d</sup>	70,12 <sup>c</sup>
Дюймовочка	22,51 <sup>c</sup>	22,51 <sup>b</sup>	22,51 <sup>c</sup>	30,12 <sup>d</sup>	40,05 <sup>b</sup>
Михайлівське 9/110	10,03 <sup>b</sup>	10,12 <sup>a</sup>	10,12 <sup>b</sup>	0,00 <sup>a</sup>	30,03 <sup>b</sup>
11/15(2)	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	20,11 <sup>ab</sup>
9/78 Вікторія	10,13 <sup>b</sup>	10,08 <sup>a</sup>	10,05 <sup>b</sup>	0,00 <sup>a</sup>	30,13 <sup>b</sup>

**Примітка:** Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ( $P \leq 0,05$ )

Верхівкова брунька теж є досить стійкою до температури проморожування мінус 25 °С, коефіцієнт коливався від 10 до 130.

Найбільший бал ураження верхівкової бруньки відмічали у 'Болеро' (130),

хоча цей бал є не критичним. Пагони усіх досліджуваних варіантів виявились дуже стійкими до даної температури проморожування.

Дещо більші пошкодження генеративних бруньок спостерігали при температурі проморожування мінус 30 °С, але пошкодження є досить слабкими (табл. 3.4.3.).

Таблиця 3.4.3.  
Пошкодження тканин пагонів, генеративних бруньок та верхівкових бруньок різних сортів та гібридів яблуні (Температура проморожування мінус 30 °С)

Сорт/гібрид	Пагін			Генеративна брунька	Верхівкова брунька
	Верхівка	Середина	Через бруньку		
Болеро	100,02 <sup>dc</sup>	100,12 <sup>c</sup>	100,15 <sup>d</sup>	80,04 <sup>cd</sup>	230,10 <sup>e</sup>
Валюта	10,12 <sup>a</sup>	12,51 <sup>a</sup>	20,03 <sup>a</sup>	40,13 <sup>ab</sup>	60,12 <sup>b</sup>
Президент	85,01 <sup>cd</sup>	75,10 <sup>a</sup>	27,50 <sup>b</sup>	60,15 <sup>bc</sup>	170,12 <sup>d</sup>
Останкіно	47,51 <sup>b</sup>	37,51 <sup>a</sup>	60,04 <sup>c</sup>	60,04 <sup>bc</sup>	80,16 <sup>b</sup>
Спарта	10,02 <sup>a</sup>	10,02 <sup>a</sup>	10,12 <sup>a</sup>	80,07 <sup>cd</sup>	80,05 <sup>b</sup>
Фаворит	10,09 <sup>a</sup>	10,11 <sup>a</sup>	10,09 <sup>a</sup>	20,12 <sup>a</sup>	40,02 <sup>ab</sup>
Білосніжка	10,11 <sup>a</sup>	10,00 <sup>a</sup>	10,14 <sup>a</sup>	20,05 <sup>a</sup>	20,05 <sup>a</sup>
Арбат	67,52 <sup>bc</sup>	67,51 <sup>b</sup>	67,50 <sup>c</sup>	70,03 <sup>bc</sup>	70,02 <sup>b</sup>
11/1(2)	35,12 <sup>a</sup>	35,00 <sup>a</sup>	35,15 <sup>b</sup>	50,12 <sup>b</sup>	130,12 <sup>c</sup>
Дюймовочка	35,12 <sup>a</sup>	35,12 <sup>a</sup>	35,16 <sup>b</sup>	100,12 <sup>dc</sup>	190,11 <sup>d</sup>
Михайлівське					
9/110	20,09 <sup>a</sup>	20,04 <sup>a</sup>	20,05 <sup>ab</sup>	20,05 <sup>a</sup>	90,05 <sup>b</sup>
11/15(2)	10,12 <sup>a</sup>	10,04 <sup>a</sup>	10,12 <sup>a</sup>	20,09 <sup>a</sup>	20,14 <sup>a</sup>
9/78 Вікторія	20,22 <sup>a</sup>	20,12 <sup>a</sup>	20,23 <sup>ab</sup>	20,02 <sup>a</sup>	90,01 <sup>b</sup>

Примітка: Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ( $P \leq 0,05$ )

НУБІП України

Пагони усіх досліджуваних сортів та гібридів є дуже стійкими до даної температури проморожування. Верхівкова брунька найбільше

пошкоджується при температурі мінус 30 °С у сортів 'Болеро' (230), 'Дюймовочка' (190) та 'Президент' (170), інші досліджувані сорти пошкоджуються значно менше. Найнижчий індекс підмерзання верхівкової

НУБІП України

бруньки спостерігається у сортів 'Білосніжка', 'Фаворит' та гібриду '11/15(2)', тобто у сортів селекції українських науковців.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КОЛОНОПОДІБНИХ СОРТІВ ЯБЛУНЬ

Доцільність впровадження сорту у масове виробництво визначається рівнем його економічної ефективності, основними складовими якої є споживча якість плодів та урожайність. Одержання високих прибутків, на думку О.М. Шестопала, досягається через виробництво продукції конкурентоспроможної за якістю та ціною [139]. Відтак всебічне економічне оцінювання сорту набуває винятково важливого значення [140].

Виробничі витрати на вирощування колоноподібних яблунь у віковий період плодоношення визначали згідно з типовими технологічними картами, розробленими науковцями ІС НААН України [26], за середньої собівартості робіт у 2022 році. Використано фактичні дані врожайності та вихід товарної продукції за 2022 рік. Грошове оцінювання одержаної продукції визначали за фактичними середніми реалізаційними цінами, які були у 2022 році. «Грошовий еквівалент» залежав від товарної якості плодів і становив 11,00 - 13,00 гривень за кілограм яблук вищого, першого та другого ґатунків та одну гривню за кілограм нестандартних плодів.

Виробничі витрати за оптимального «розрахункового» розміщення рослин (2,5+0,9×0,4 м) сягають 231,4-301,3 тис. грн (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність вирощування колоноподібних сортів (схема садіння 2,5+0,9×0,4 м).**

Показник	Сорти					
	Спарта	Танцівниця	Фаворит	Білосніжка	Валюта	Президент
Урожайність, т/га	95,4	75,0	75,0	43,2	138,5	126,0
Вихід плодів вищого, I, II гатунку, т/га	85,3	58,7	66,7	42,5	118,6	106,3
Виробничі витрати на 1 га саду, тис. грн.	273,4	261,4	252,4	231,4	301,3	291,9
Ціна реалізації 1 т плодів, тис. грн.	9,9	8,8	9,9	12,8	9,6	9,4
Виручка від реалізації плодів, тис. грн.	948,1	662,1	742,3	553,0	1324,8	1188,7
Прибуток з 1 га, тис. грн.	647,4	374,5	464,7	298,5	993,3	867,6
Собівартість 1 т плодів, тис. грн.	3,2	3,8	3,7	5,9	2,4	2,5
Рівень рентабельності, %	237	143	184	129	330	297

Найвищу економічну ефективність виробництва яблук було досягнуто при вирощуванні інтродукованих сортів. Капітальні вкладення на створення 1 га насаджень колоноподібних яблунь у 2022 році за схеми  $2,5+0,9 \times 0,4$  – понад 3,3 млн. грн. Ціна реалізації однієї тони яблук залежно від сорту дорівнювала 8,83–11,82 тис. грн.

За оптимальної густоти розміщення дерев (змодельованою) прибуток з одного гектара насаджень інтродукованих сортів міг би становити від 867,6 тис. до 993,3 тис. грн/га, із рівнем рентабельності – 297–330 %. Таку високу прибутковість вирощування закордонних сортів можна досягнути завдяки високій щорічній врожайності. За дворядкової схеми садіння  $2,5+0,9 \times 0,4$  м рентабельність вирощування вітчизняних сортів підвищуватиметься до 129–237 %, а прибуток становитиме 298–647 тис. грн/га. Розрахунковий рівень рентабельності становитиме понад 20 % за врожайності 26–41 т/га.

За оптимальної (модельної) схеми садіння рослин ( $2,5+0,9 \times 0,4$  м) очікувана врожайність становитиме 43–138 тон, прибуток із гектара колоноподібного яблуневого саду досягатиме 298...993 тис. грн., з рівнем рентабельності 129–330 %.

Отже, як свідчать результати проведених досліджень та наші розрахунки, високого економічного ефекту можна досягти культивуючи колоноподібні сорти за дуже щільної схеми садіння.

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень встановили, що в умовах Західного Лісостепу України досліджувані колоноподібні сорти формують пилки середньої життєздатності, пилкові трубки досягають середньої довжини, спостерігається недостатня перехресна плодючість, а кращими запилювачами для них є універсальні запильники, сорти 'Голден Джем' та 'Професор Шпрінгер'.

Для задовільного перехресного запилення необхідні декілька умов, а саме: квітування сорту запильника має бути одночасним з основним сортом; сорт запильник має мати пилки високої життєздатності; розташування сорту-запильника повинно бути поблизу плодоносного дерева; в саду потрібна наявність бджіл та інших комах під час квітування.

За проморожування досліджуваних зразків при температурах мінус 25 та 30 °C (під час глибокого спокою) виявлено різну стійкість сортів та різних частин пагона до низьких мінусових температур. Найбільш вразливими до ушкоджень морозом виявились генеративні бруньки та верхівкова брунька. Стійкими проти морозу були тканини середньої та верхньої частини пагона. Найменший індекс пошкодження при загальному підмерзанні спостерігали у сортів 'Валюта', 'Спарта', 'Фаворит', 'Білосніжка', а також у гібридів '9/110 Михайлівське', '11/15(2)' та '9/78 Вікторія', найбільше ушкоджувались тканини осіннього сорту 'Болеро'. Загалом не спостерігалось критичне для рослин підмерзання за температур проморожування мінус 25 та 30 °C не спостерігалось критичне для рослин підмерзання. Усі досліджувані сорти та

гібриди яблуні колоноподібного типу виявились стійкими до морозів та рекомендуються для вирощування у промислових та аматорських садах Лісостепу України.

При вирощуванні колоноподібних сортів яблуні за оптимальної (модельної) схеми садіння рослин (2,5+0,9×0,4 м) очікувана врожайність становитиме 43–138 тон, прибуток із гектара колоноподібного яблуневого саду досягатиме 298...993 тис. грн., з рівнем рентабельності 129–330 %.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

# НУБІП України

1. Грушева, Т. П. (2006). Колонновидные яблони. *Плодоводство*, 18(1), 189-194.

2. Грушева, Т. П. & Самусь, В. А. (2010). Рост и плодоношение колонновидных сортов яблони в условиях Беларуси. *Самохваловичи*, 22, 364

3. Доспехов, Б. А. (1979). Методики полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. *Москва: Колос*.

4. Карпенчук, Г. К., & Мельник, А. В. (1987). Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями: Методические рекомендации. *Умань*, 115.

5. Качалкин, М. В. (2008). Колонны, которые плодоносят. *Москва*, 4.

# НУБІП України

6. Кичина, В. В. (1994). Открой для себя колонны. *Приусадебное хозяйство*, 10, 22-24.

7. Кичина, В. В. (2001). Природа колонновидности у яблони. *Плодоводство и ягодоводство России*, 8, 23-33.

8. Кичина, В. В. (2006). Яблони колонновидного типа. *ВСТИСП*, 162.

# НУБІП України

9. Кондратенко Т.Є. (2000). Практикум з помології. *Київ*. 152.

10. Кондратенко, П. В., & Бублик, М. О. (1996). Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. *Аграрна наука*, 95.

11. Кондратенко, П. В., Чиж, О. Д., Кондратенко, Т.Є. & Омельченко, Т. Є. (1997). Створення і продуктивне використання інтенсивних насаджень яблуні: Рекомендації. *НЦ УАН «Плодівництво»*. 24.

# НУБІП України

12. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні / [Гол. ред. В.В. Волкодав] // Охорона прав на сорти рослин: офіц. бюл. Алефа, 2005. 2(2)

13. Паушева, З.П. (1981). Практикум по цитологии растений. *Изд. 2-е, переработ. и доп. Колос*. 256.

# НУБІП України

14. Савельев, Н. И. (2000). Селекционное улучшение плодовых культур на генетической основе. *Новые сорта и*

технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа: Тез. докл. и выступл. ВНИИСПК, 194-195.

15. Савельев, Н. И. (2000). Совершенствование сортимента плодовых культур на основе современных генетических исследований. *История, современность и перспективы развития садоводства России*, 46-49.

16. Савельев, Н. И., Юшков, А. Н., Савельева, Н. Н., Чивилев, В. В., Земисов, А. С., Кириллов, Р. Е., & Савельева, И. Н. (2011). Новые сорта плодовых культур, устойчивые к биотическим и абиотическим стрессорам. In *Роль отрасли садоводства в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого экономического роста* (pp. 17-21).

17. Сатибалов, А. В. (2012). Культура яблони на Северном Кавказе. Нальчик, 213.

18. Седов, Е. Н., & Огольцова, Т. П. (1999). Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. ВНИИСПК. 608.

19. Седов, Е. Н., Корнеева, С. А., & Серова, З. М. (2013). Колонновидная яблоня в интенсивном саду. ВНИИСПК, 64.

20. Седышева, Г. А., Мельник, С. А., & Горбачева, Н. Г. (2014). Редукционное деление при микроспорогенезе у колонновидной формы яблони Восторг. *Современное садоводство – Contemporary horticulture*, 2 (10)./ /

21. Соловьева, М. А. (1982). Методы определения зимостойкости плодовых культур. Л.: Гидрометеоиздат, 1982, 35.

22. Татаринцев, А. С., Заец, В. К., & Кузьмин, А. Я. (1981). Селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур. Колос.

23. Ульяновская, Е. В. (2012). Иммунные и устойчивые к парше сорта яблони, перспективные для южного региона России. *Садоводство и виноградарство*, (4), 23-25.

24. Франчук, Е. П. (1986). Товарные качества плодов. Москва. Агропромиздат, 269.

25. Шестопаль, О. М. (2006). Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві. НЦ УААН «Плодівництво». 141.

НУБІП України

26. Шестополь, О.М. (2006). Типові технологічні карти по догляду за плодоносними насадженнями плодкових і ягідних культур. 96.

27. Gelvonauskienė, D., Gelvonauskis, B., & Sasnauskas, A. (2006). Impact of rootstocks on columnar apple tree growth in a nursery. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 25, 51-56. Retrieved from [http://www.lsd.lt/straipsniai/25\(3\).pdf#page=51](http://www.lsd.lt/straipsniai/25(3).pdf#page=51)

28. Korneeva, S. A., & Sedov, E. N. (2012). Growing of columnar apple varieties in the crown of semi-dwarf rootstock 3-4-98. *Bulletin of the NI Vavilov Saratov State Agrarian Univ.*

29. Meulenbroek, B., Verhaegh, J., & Janse, J. (1996, September). Inheritance studies with columnar type trees. In *Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics 484* (pp. 255-260). DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.484.45>

30. Moriya, S., Iwanami, H., Kotoda, N., Takahashi, S., Yamamoto, T., & Abe, K. (2009). Development of a marker-assisted selection system for columnar growth habit in apple breeding. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 78(3), 279-287. DOI: <https://doi.org/10.2503/jjshs1.78.279>

31. Petersen, R., & Krost, C. (2013). Tracing a key player in the regulation of plant architecture: the columnar growth habit of apple trees (*Malus × domestica*). *Planta*, 238(1), 1-22.

32. Tobutt, K. R. (1990-1991). Columnar apple breeding. *Annu. Rep. Hortic. Res. Intern.* 19-20.

33. Charrier G., Cochard H., Améglio T. Evaluation of the impact of frost resistances on potential altitudinal limit of trees. *Tree Physiology*. 2013a. Vol. 33, No. 9. P. 891–902. doi: [10.1093/treephys/tpt062](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt062)

34. Gansert D. Treelines of the Japanese Alps—altitudinal distribution and species composition under contrasting winter climates. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. 2004. Vol. 199, No. 2. P. 143–156. doi: [10.1078/0367-2530-00143](https://doi.org/10.1078/0367-2530-00143)

35. Larcher W. Climatic constraints drive the evolution of low temperature resistance in woody plants. *Journal of Agricultural Meteorology*. 2005. Vol. 61, No. 4. P. 189–202. doi: [10.2480/agrmet.61.189](https://doi.org/10.2480/agrmet.61.189)

36. Havryliuk O., Kondratenko T., Mazur B., Tonkha O., Andrusyk Y., Kutovenko V., Yakovlev R., Kryvchanska V., Trokhymchuk A., Dmytrenko Y. Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. *Agronomy research*. 2022b. Vol. 20, No. 2. P. 241–260. doi: [10.15159/AR.22.031](https://doi.org/10.15159/AR.22.031)

37. Snyder R.L., Melo-Abreu J.P. *Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics*. Environment and Natural Resources Series. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. 223 p. URL: <https://www.fao.org/3/y7231e/y7231e.pdf>

38. Vasylenko O., Kondratenko T., Havryliuk O., Andrusyk Y., Kutovenko V., Dmytrenko Y., Grevtseva N., Marchyshyna Y. The study of the productivity potential of grape varieties according to the indicators of functional activity of leaves. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. No. 15. P. 639–647. doi: [10.5219/1638](https://doi.org/10.5219/1638)

39. Havryliuk O., Kondratenko T., Mazur B., Kutovenko V., Mazurenko B., Voitsekhivska O., Dmytrenko Y. Morphophysiological peculiarities of productivity formation in columnar apple cultivars. *Agronomy research*. 2022a. Vol. 20, No. 1. P. 148–160. doi: [10.15159/AR.22.007](https://doi.org/10.15159/AR.22.007)

40. Fornari B., Malvolti M. E., Turchini D., Fineschi S., Beritognolo I., Maccaglia E., Cannata F. Isozyme and organellar DNA analysis of genetic diversity in natural/naturalised European and Asiatic walnut (*Juglans regia* L.) populations. *Acta Horticulturae*. 2001. No. 544. P. 167–178. doi: [10.17660/ActaHortic.2001.544.23](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.544.23)

41. Manchester S.R. Early history of the Juglandaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 1989. No. 162, P. 231–250. doi: [10.1007/BF00936919](https://doi.org/10.1007/BF00936919)

42. Fady B., Ducci F., Aleta N., Becquey J., Vazquez R. D., Lopez F., Jay-Allemand C., Lefevre F., Ninot A., Panetsos K., Paris P., Pisanelli A., Rumpf H. Walnut demonstrates strong genetic variability for adaptive and wood quality traits in a network of juvenile field tests across Europe. *New Forests*. 2003. No. 25. P. 211–225. doi: [10.1023/A:1022939609548](https://doi.org/10.1023/A:1022939609548)

43. Гаврилюк О.С., Кондратенко Т.С., Гончарук Ю.Д. Особливості формування продуктивності колоноподібної яблуні.

Вісник аграрної науки. 2019. Т. 97, № 600 С. 27–34.  
doi: [10.31073/agrovishnk201906-04](https://doi.org/10.31073/agrovishnk201906-04)

44. Kollas C., Koerner C., Randin C. F. Spring frost and growing season length co-control the cold range limits of broad-leaved trees. *Journal of Biogeography*. 2014. Vol. 41, No. 4. P. 773–783. doi: [10.1111/jbi.12238](https://doi.org/10.1111/jbi.12238)

45. Lang G.A., Early J.D., Martin G.C., Darnell R.L. Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience*. 1987. Vol. 22, No. 3. P. 371–377.

46. Charrier G., Bonhomme M., Lacoite A., Améglio T. Are budburst dates, dormancy and cold acclimation in walnut trees (*Juglans regia* L.) under mainly genotypic or environmental control?. *International Journal of Biometeorology*, 2011. No. 55. P. 763–774. doi: [10.1007/s00484-011-0470-1](https://doi.org/10.1007/s00484-011-0470-1)

47. Bonhomme M., Lacoite A., Rageau R. Evidence for non-occurrence of node-to-node or stem-to-bud transfer of chilling temperature signal for dormancy release. *Advances in Horticultural Science*. 2013. No. 27. P. 33–43.

48. Basler D., Koerner C. Photoperiod sensitivity of bud burst in 14 temperate forest tree species. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2012. No. 165. P. 73–81. doi: [10.1016/j.agrformet.2012.06.001](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.06.001)

49. Laube J., Sparks T. H., Estrella N., Hofler J., Ankerst D. P., Menzel A. Chilling outweighs photoperiod in preventing precocious spring development. *Global Change Biology*. 2014. Vol. 20, No. 1. P. 170–182. doi: [10.1111/gcb.12360](https://doi.org/10.1111/gcb.12360)

50. Lenz A., Hoch G., Vitasse Y., Koerner C. European deciduous trees exhibit similar safety margins against damage by spring freeze events along elevational gradients. *New Phytologist*. 2013. Vol. 200, No. 4. P. 1166–1175. doi: [10.1111/nph.12452](https://doi.org/10.1111/nph.12452)

51. Cittadini E.D., de Ridder N., Peri P.L., van Keulen, H. A method for assessing frost damage risk in sweet cherry orchards of South Patagonia. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2006. Vol. 141, No. 2-4. P. 235–243. doi: [10.1016/j.agrformet.2006.10.011](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.10.011)

52. Poirier M., Lacoite A., Améglio T. A semi-physiological model of cold hardening and dehardening in walnut stem. *Tree Physiology*. 2010. Vol. 30, No. 12. P. 1555–1569.

doi: [10.1093/treephys/tqg087](https://doi.org/10.1093/treephys/tqg087)

53. Kawamura K. A conceptual Framework for the study of modular responses to local environmental heterogeneity within the plant crown and a review of related concepts. *Ecological Research*. 2010. Vol. 25, No. 4. P. 733–744. doi: [10.1007/s11284-009-0688-0](https://doi.org/10.1007/s11284-009-0688-0)

54. Charrier G., Poirier M., Bonhomme M., Lacoite A., Améglio T. Frost acclimation in different organs of walnut trees *Juglans regia* L.: how to link physiology and modelling?. *Tree Physiol.* 2013b. Vol. 33, No. 11, P. 1229–1241. doi: [10.1093/treephys/tpt090](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt090)

55. Havryliuk O., Kondratenko T. Specific of the Assimilation Surface of Columnar Apple-Tree. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. 2019. No. 3. P. 57–65. doi: [10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065](https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065)

56. Havryliuk O.S., Kondratenko T.E., Kytaiev O.I. Діагностика функціонального стану рослин колоноподібних сортів яблуні. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*, 2019, Т. 10, № 2, С. 70–80. doi: [10.31548/agr2019.02.070](https://doi.org/10.31548/agr2019.02.070)

57. Winkel T., Lhomme J.P., Nina Laura J.P., Alcon C.M., del Castillo C., Rocheteau A. Assessing the protective effect of vertically heterogeneous canopies against radiative frost: the case of quinoa on the Andean Altiplano. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2009. Vol. 149, No. 10. P. 1759–1768. doi: [10.1016/j.agrformet.2009.06.005](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.06.005)

58. Havryliuk O.S., Kondratenko T.E. Структурно-функціональний стан листків колоноподібних сортів яблуні в умовах Київщини. *Наукові доповіді ДУБ.П. України*. 2020. № 2 (84). doi: [10.31548/dopovidi2020.02.013](https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.013)

59. Nobel P.S. Morphology, nurse plants, and minimum apical temperatures for young *Carnegiea gigantea*. *Botanical Gazette*. 1980. Vol. 141, No. 2. P. 188–191. doi: [10.1086/337142](https://doi.org/10.1086/337142)

60. Rodrigo J. Spring frosts in deciduous fruit trees—morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae*. 2000. Vol. 85, No. 3. P. 155–173. doi: [10.1016/S0304-4238\(99\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00150-8)

61. Sakai A., Larcher W. “Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress”. *Ecological Studies* (Berlin: Springer Verlag), 1987. Vol. 62. 321 p. doi: [10.1007/978-3-642-71745-1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-71745-1)

62. Man R., Colombo S., Kayahara G.J., Duckett S., Velasquez R., Dang Q.L. A case of extensive conifer needle browning in northwestern Ontario in 2012: winter drying or freezing damage?. *The*

*Forestry Chronicle*. 2013. No. 89. P. 675–680. doi: [10.5558/tfc2013-120](https://doi.org/10.5558/tfc2013-120)

63. Tranquillini W. Physiological Ecology of the Alpine Timberline. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 31 p. doi: [10.1007/978-3-642-67107-4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-67107-4)

64. Kalberer S.R., Wisniewski M., Arora R. Deacclimation and reacclimation of cold-hardy plants: current understanding and emerging concepts. *Plant Science*. 2006. Vol. 171, No. 1. P. 3–16. doi: [10.1016/j.plantsci.2006.02.013](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2006.02.013)

65. Pagter M., Hausman J. F., Arora R. Deacclimation kinetics and carbohydrate changes in stem tissues of *Hydrangea* in response to an experimental warm spell. *Plant Science*. 2011. Vol. 180, No. 1. P. 140–148. doi: [10.1016/j.plantsci.2010.07.009](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.07.009)

66. Saarinen T., Lundell R., Hanninen H. Recovery of photosynthetic capacity in *Vaccinium vitis-idaea* during mild spells in winter. *Plant Ecology*. 2011. No. 212. P. 1429–1440. doi: [10.1007/s11258-011-9918-y](https://doi.org/10.1007/s11258-011-9918-y)

67. Lim C.C., Krebs S.L., Arora R. Cold hardiness increases with age in juvenile *Rhododendron* populations. *Front. Plant Sci.*. 2014. 5:542. doi: [10.3389/fpls.2014.00542](https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00542)

68. Pramsöhler M., Hacker J., Neuner G. Freezing pattern and frost killing temperature of apple (*Malus domestica*) wood under controlled conditions and in nature. *Tree Physiology*. 2012. Vol. 32, No. 7. P. 819–828. doi: [10.1093/treephys/tps046](https://doi.org/10.1093/treephys/tps046)

69. Charrier, G., Pramsöhler, M., Charra-Vaskou, K., Saudreau, M., Améglio, T., Neuner, G., et al. Ultrasonic emissions during ice nucleation and propagation in plant xylem. *New Phytologist*. 2015. Vol. 207, No. 3. P. 570–578. doi: [10.1111/nph.13361](https://doi.org/10.1111/nph.13361)

70. Hacker J., Ladinig U., Wagner J., Neuner G. Inflorescences of alpine cushion plants freeze autonomously and may survive subzero temperatures by supercooling. *Plant Science*. 2011. Vol. 180, No. 1. P. 149–156. doi: [10.1016/j.plantsci.2010.07.013](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.07.013)

71. Kuprian, E., Briceño, V. F., Wagner, J., Neuner, G. Ice barriers promote supercooling and prevent frost injury in reproductive buds, flowers and fruits of alpine dwarf shrubs throughout the summer. *Environmental and Experimental Botan*. 2014. No. 106. P. 4–12. doi: [10.1016/j.envexpbot.2014.07.011](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.07.011)

72. Pramsohler M., Neuner G. Dehydration and osmotic adjustment in apple stem tissue during winter as it relates to the frost resistance of buds. *Tree Physiology*. 2013. Vol. 33, No. 8. P. 807–816. doi: [10.1093/treephys/tpt057](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt057)

73. Rowland L.J., Ogden E.L., Takeda F., Glenn D.M., Ehlenfeldt M.K., Vinyard B.T. Variation among highbush blueberry cultivars for frost tolerance of open flowers. *HortScience*. 2013. Vol. 48, No. 6. P. 692–695. doi: [10.21273/HORTSCI.48.6.692](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.6.692)

74. Andergassen S., Bauer H. Frost hardiness in the juvenile and adult life phase of ivy (*Hedera helix* L.). *Plant Ecology*. 2002. 161. P. 207–213. doi: [10.1023/A:1020365422879](https://doi.org/10.1023/A:1020365422879)

75. Lardon A., Triboui-Blondel A.M. Freezing injury to ovules, pollen and seeds in winter rape. *Journal of Experimental Botany*. 1994. Vol. 45, No. 8. P. 1177–1181. doi: [10.1093/jxb/45.8.1177](https://doi.org/10.1093/jxb/45.8.1177)

76. Michaletz S.T., Johnson E.A. Foliage influences forced convection heat transfer in conifer branches and buds. *New Phytologist*. 2006. Vol. 170, No. 1. P. 87–98. doi: [10.1111/j.1469-8137.2006.01661.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01661.x)

77. Трохимчук А.І., Макарова Д. Г., Китаєв О. І. Потенціал морозостійкості інтродукованих сортів яблуні (*Malus domestica* Borkh.) в умовах Західного лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012, №180. С. 187–192.

78. Гороп В.В., Грохольський В.В., Скрипченко Н.В., Мороз П.А. Дослідження морозостійкості актинїдії. *Садівництво*, 2005. Вип. 56, С. 213–221.

79. Васюта В.М., Серєда І.І. Особливості морозостійкості дерев яблуні в інтенсивних садах. *Садівництво*. 2005. № 56. С. 189–195.

80. Гончарук Ю.Д. Зимостійкість імунних до парші сортів яблуні (*Malus domestica* Borkh.). *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. № 180. С. 192–199.

81. Соловьева М.А. Атлас поврежденных плодовых ягодных культур морозами, 1988. 48 с.

82. Грохольський В.В. Методи визначення пошкодження плодів культур умовами зимівлі, весняними та осінніми приморозками. *Моніторинг плодів культур*, 2003. С. 127–135

83. Палагуча Р.М., Грохольський В.В., Китаєв О.І., Фомічова С.В. Морозостійкість тканин пагонів жістонадних магнолій. *Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. Вісник Київського національного ун-ту ім. Тараса Шевченка*, 2005. № 8, С. 52–55.

84. Агрокліматичний довідник по території України / за редакцією: Адаменко Т.І., Кульбіда М.І., Прокопенко А.Л. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.

85. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ: ТОВ «РІА» ЕЛНЦ, 2014. 18 с.

86. Адаменко Т.І. Особливості розвитку весняних процесів в Україні в період глобального потепління. *Агроном*. 2008. № 1. С. 10–11.

87. ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда

88. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова

89. Меженський В. М. *Основи наукових досліджень у садівництві. Розрахунки в Microsoft Excel: Навчальний посібник*, 2017. 212 с.

90. Broothaerts, W. New findings in apple S-genotype analysis resolve previous confusion and request the re-numbering of some S-alleles. *Theoretical and Applied Genetics*. 2003, 106, 703–714. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1120-0>

91. Buccheri, M., di Vaio, C. Relationship among seed number, quality, and calcium content in apple fruits. *Journal of Plant Nutrition*. 2005, Vol. 27, No. 10, P. 1735–1746. <https://doi.org/10.1081/PLN-200026409>

92. Carisio, L., Díaz, S. S., Ponso, S., Manino, A., Porporato, M. Effects of pollinizer density and apple tree position on pollination efficiency in cv. Gala. *Scientia Horticulturae*. 2020, Vol. 273, 109629. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109629>

93. Costes, E., Gion, J. M. Genetics and genomics of tree architecture. *Advances in Botanical Research*. 2015. 74, P. 157–200. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2015.05.001>

94. Dapena, E., Blázquez, M. Descripción de Las Variedades de Manzana de La DOP Sidra de Asturias Villaviecosa. *SERIDA*. 2009. 24 p. URL: <https://ria.asturias.es/RIA/handle/123456789/387>

95. Delgado, A., Quinet, M., Dapena, E. Analysis of the Variability of Floral and Pollen Traits in Apple Cultivars—Selecting Suitable Pollen Donors for Cider Apple Orchards. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. 1717. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091717>

96. Fountain, M. T., Mateos-Fierro, Z., Shaw, B., Brain, P., Delgado, A. Insect pollinators of conference pear (*Pyrus communis* L.) and their contribution to fruit quality. *Journal of Pollination Ecology*. 2019. Vol. 25. P. 103–114. [https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2019\)547](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2019)547)

97. Gaaliche, B., Majdoub, A., Trad, M., Mars, M. Assessment of pollen viability, germination, and tube growth in eight tunisian caprifig (*Ficus carica* L.) cultivars. *International Scholarly Research Notices*. 2013. Vol. 2013. P. 1–5. <https://doi.org/10.1155/2013/207434>

98. Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., Vaissiere, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics*. 2009. Vol. 68, №3. P. 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>

99. Garratt, M., Coston, D., Truslove, C., Lappage, M., Polce, C., Dean, R., Biesmeijer, J., Potts, S. The identity of crop pollinators helps target conservation for improved ecosystem services. *Biological Conservation*. 2014, Vol. 169, P. 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.001>

100. Gavryliuk O. S., Kondratenko T. Je., Goncharuk Ju. D. Features of formation of productivity of columnar apple-tree. *Bulletin of Agricultural Science*. 2019. Vol. 97, No. 6. P. 27–34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-04>

101. Hajar, R., Jarvis, D.I., Gemmill-Herren, B. The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2008. Vol. 123, No. 4. P. 261–270. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.08.003>

102. Haokip, S. W., Shankar, K., Lalringheta, J. Climate change and its impact on fruit crops. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2020. Vol. 9, No. 1, P. 435–438. URL: <https://www.phytojournal.com/archives?year=2020&vol=9&issue=1&articleId=10464>

103. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Kutovenko, V., Mazurenko B., Voitsekhivska, O., Dmytrenko Y. Morphophysiological peculiarities of productivity formation in columnar apple cultivars. *Agronomy research*, 2022a. Vol. 20, No. 1. P. 148–160. <https://doi.org/10.15159/ar.22.007>

104. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Tonkha, O., Andrusyk, Y. Kutovenko, V., ... Dmytrenko, Y. Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple trees. *Agronomy research*. 2022b. Vol. 20, No. 2. P. 241–260. <https://doi.org/10.15159/AR.22.031>

105. Irenaeus, T., Mitra, S. K. Understanding the pollen and ovule characters and fruit set of fruit crops in relation to temperature and genotype—a review. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2014. Vol. 87. P. 157–167. DOI: <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2014.087.023>

106. Javid, R., Rather, G. Functional pollen ability of different crab apples used as pollinizers for apple. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2019. Vol. 8, No. 3. P. 617–620. URL: <https://www.phytojournal.com/archives?year=2019&vol=8&issue=3&ArticleId=8158>

107. Matsumoto, S., Soejima, J., Maejima, T. Influence of repeated pollination on seed number and fruit shape of ‘Fuji’ apples. *Scientia Horticulturae*. 2012. Vol. 137. P. 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.04.033>

108. Mehri, S., Piri, S., Imani, A. Optimization of apple pollen culture and its maintenance of pollen germination capacity. *Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg*. 2015. Vol. 2, No 2. P. 54–56. <http://dx.doi.org/10.15242/IJAAEE.ER1215011>

109. Petrisor, C., Mitre, V., Mitre, I., Jantschi, L., Balan, MC. The rate of pollen germination and the pollen viability at ten apple cultivars in the climatic conditions of Transylvania. *Bulletin UASVM Horticulture*. 2012, Vol. 69, No. 01. 467468. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.944.7444&rep=rep1&type=pdf>

110. Quinet, M., Jacquemart, AL. Cultivar placement affects pollination efficiency and fruit production in European pear (*Pyrus communis*) orchards. *European Journal of Agronomy*. 2017. Vol. 91. P. 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.015>

111. Raja, W. H., Nabi, S. U., Kumawat, K. L., Sharma, O. C., Singh, D. B. Importance of pollination for temperate fruit crop production. *Indian Farmer*. 2018. Vol. 5, No. 12. P. 1438–1463

112. Ramírez, F., Davenport, T.L. Apple pollination: A review. *Scientia Horticulturae*. 2013. 162. P. 188–203. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.08.007>

113. Roeder, S., Serra, S., Musacchi, S. Effective pollination period and parentage effect on pollen tube growth in apple. *Plants*. 2021. Vol. 10, No. 8. 1618. <https://doi.org/10.3390/plants10081618>

114. Rojo, J., Salido, P., Pérez-Badía, R. Flower and pollen production in the ‘Cornicabra’ olive (*Olea europaea* L.) cultivar and the influence of environmental factors. *Trees*. 2015. Vol. 29, No. 4). P. 1235–1245. <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1203-6>

115. Rosati, A., Caporali, S., Paoletti, A. Floral biology: implications for fruit characteristics and yield. *Olive germplasm—the olive cultivation, table olive and olive oil industry in Italy*. In *Tech Design Team, Rijeka*. 2012. P. 71–80. <http://dx.doi.org/10.5772/51727>

116. Schwallier, P. G., Sabbatini, P., Bukovac, M. J. Observations on the relationship between crop load and return bloom in ‘honeycrisp’ apple. *HortScience*. 2006. Vol. 41, No 4. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.4.1010B>

117. Singh, A., Adhikary, T. Importance of Pollinators in Fruit Production: A Review. *International Journal of Economic Plants*. 2021. Vol. 8, No. 3. P. 156–161. <https://doi.org/10.23910/2/2021.0418e>

118. Way, R. Pollination and fruit set of fruit crops. *NEW YORK'S FOOD AND LIFE SCIENCES BULLETIN*. 1978. No 76. P. 1–9. URL: <https://hdl.handle.net/1813/5082>

119. Yavar, S., Ali, B. Pollen germination, tube growth and longevity in some cultivars of *Vitis vinifera* L. *African Journal of Microbiology Research*. 2011. Vol. 5, No 9. P. 1102–1107. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.168>

120. Zhang, C., Tateishi, N., Tanabe, K. Pollen density on the stigma affects endogenous gibberellin metabolism, seed and fruit set, and fruit quality in *Pyrus pyrifolia*. *Journal of experimental botany*. 2010. Vol. 61, No 15, P. 4291–4302. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq232>

121. Бондаренко, А. В. Процент осыпаемости завязи плодов под влиянием различных доз минеральных удобрений в интенсивных садах яблони в ОАО НПГ «Сады Придонья».

In Матеріали XIV регіональної конференції молодих дослідників Волгоградської області. ВРСХА. 2010. Р. 10–11.

122. Булицевич, Л. Л., Костюк, М. А., Беседина, Е. Н., Макаркина, М. В. Екологія фотосинтеза і транспорт ассимилятов у яблони. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2013. (22). С. 24–36. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/04/03.pdf>.

123. Гаврилюк, О., Бондаренко, Ю., Бойчук, Г., Петренко, Д. Формування продуктивності сортів яблуні за умов Київщини. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. №1(95). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15913>

124. Гаврилюк, О., Кондратенко, Т., Мазур, Б. Товарна якість плодів яблуні колоноподібного типу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. №2(96). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15968>

125. Гамбург, К. З., Кулаева, О. Н., Муромцев, Г. С., Прусакова, Л. Д., Чкаников, Д. И. Регуляторы роста растений. *Кодос*. 1979. 203 р.

126. Голубинский, И. Н. Жизнеспособность пыльцы. Київ, *Наукова думка*. 1974. 367 с.

127. Гончарук, Ю. Д. Екологічна стійкість та продуктивність імунних до парші сортів яблуні : дис. ... канд. с.-г. наук. ІС НААН. 2013. 196 с.

128. Кисельов, Д. О., Гриник, І. В. Формування продуктивності яблуні сорту Флоріна на фоні фоліарного підживлення препаратом Терасорб Комплекс. *Агробіологія*. 2017. №2. С. 148-153.

129. Кондратенко Т.Є., Гаврилюк О.С. Цінність колоноподібних форм яблуні, як вихідного матеріалу для селекції. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Селекція набабання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво)*. Київ, НУБіП України. 2017. 38–40. URL: <http://confer.uisr.sops.gov.ua/selektc2017/paper/view/8275>

130. Кондратенко, Т. Е. Основы формирования промышленного сортимента яблони в Украине: Дис... доктора с.-х. наук. 2002. 326 с.

131. Кудрявец, Р. П.. Продуктивность яблони. *Агротромуздат*. 1987. 302 с.

132. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений. Изд. 2-е, переработ. и доп. Колос. 1981. 256 с.

133. Ро, Л. М. Прорастаемость пыльцы различных плодовых деревьев в связи с ее фертильностью. Труды Млеевской садовоогородной опытной станции. Млеево. 1929. С. 112–119.

134. Седов, Е. Н., Огольцова, Т. П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. ВНИИСПК. 1999. 608 с.

135. Татаринцев, А. С., Заец, В. К., Кузьмин, А. Я. Селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур. Колос. 1981.

136. Татаринцев, Л. Н. Проверка прорастаемости пыльцы. Селекция и сорторазведения плодовых и ягодных культур. Колос. 1981. С. 96-102.

137. Усков, А. И. (1967). Органогенез яблони. Колос.

138. Худченко, Л. М. Життєздатність пилку кизилу (*Cornus mas* L.) у період вимушеного спокою. *Інтродукція рослин*. 2000. №1. С.178–180. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR\\_2000\\_1\\_65](http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2000_1_65)

139. Шестопаль, О. М. (1998). Організаційно-економічні чинники адаптації садівництва до ринку. *Садівництво*, (47), 257-260.

140. Маркіна, Т. А. (1998). Оцінка поточних тенденцій збуту плодів і ягід на півдні України. *Садівництво*. 46, 224-226.

141. Шестопаль, О. М., Черний, В. В. & Риец, О. В. (2002). Економічна оцінка типів насаджень яблуні та її сортів в умовах Поділля. *Садівництво*. (54), 302-311.

142. Шестополь, О.М. (2006). Типові технологічні карти по догляду за плодоносними насадженнями плодовых і ягідних культур. 96.

143. Гаврилюк О.С. (2021). Особливості формування продуктивності колоноподібних сортів яблуні : дис. Доктора філософії (PhD) з садівництва та виноградарства. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України. 244 с.