

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**

05.07 – КМР. 1804 «С» 2024.10.11. 005. 007. ПЗ

**ОЛІЙНИК БОГДАН ІГОРОВИЧ
КУШИМ АНАСТАСІЯ ВОЛОДИМИРІВНА**

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет агробіологічний

УДК 631.527.5:634.11

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного
факультету

_____ Коваленко В.П..

« » _____ 2024 р

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри садівництва ім.
проф. В. Л. Симиренка

_____ Мазур Б. М.

« » _____ 2024 р

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Реалізація потенціалу продуктивності сортів та гібридів
яблуні колоноподібного типу»**

Спеціальність 203 Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство

Освітня програма «Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство»

Орієнтація освітньої програми освітньо – професійна

Гарант освітньої програми

Канд. с.-г наук, доцент _____ Мазур Б.М.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор філософії (PhD), доцент _____ Гаврилюк О.С.

Виконали

_____ Оліник Б.І.

_____ Кушим А.С.

Київ – 2024 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.

«_____» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНИЇ РОБОТИ
СТУДЕНТАМ**

Олійник Богдану Ігоровичу та Кушим Анастасії Володимирівні

Спеціальність: 203 Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство

Тема випускної кваліфікаційної роботи: **«Реалізація потенціалу продуктивності сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу»**

затверджена наказом ректора НУБіП України від 11.10.2024 р. № 1804
«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.10.15

Вихідні дані до магістерської роботи: сорти та гібриди яблуні колоноподібного типу: Болеро (к), Спарта, Фаворит, Білосніжка, Дюймовочка, 11/2(2), Михайлівське 9/110, 11/15(2), 9/78 Вікторія на підщепах 54.118 та М.9.

Завдання:

- Встановити параметри дерев колоноподібних сортів яблуні
- Встановити силу квітування
- Встановити ступінь зав'язування плодів
- Встановити показники функціональної активності пігментного комплексу листків
- Дати характеристику листків
- Встановити товарність плодів
- Дати економічну оцінку вирощування досліджуваних сортів
- Дати оцінку продуктивності яблуні

Дата видачі завдання 25.09.2023 р.

Керівник випускної магістерської роботи _____ Гаврилюк О.С.

Завдання прийняли до виконання _____ Олійник Б.І.

_____ Кушим А.С.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОЛОНОПОДІБНИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ.....	12
1.1. Історія походження та результативність створення колоноподібних сортів яблуні.....	12
1.2. Біологічні особливості рослин відомих сортів яблуні колоноподібного типу.....	15
1.2.1. Генетика колоноподібності.....	15
1.2.2. Адаптивність до певної теплозабезпеченості та стійкість проти хвороб .	17
1.2.3. Зимо- та морозостійкість.....	20
1.2.4. Особливості плодоношення та врожайність	23
1.2.4.1. Потенціал продуктивності звичайних сортів яблуні та ефективність його реалізації.....	24
1.2.4.2. Особливості формування й ефективність реалізації продуктивності колоноподібних яблунь	31
1.2.4.3. Сучасні методи дослідження продуктивності.....	33
1.3. Особливості створення насаджень яблуні із колоноподібних сортів та їх модифікації.....	35
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
2.1. Характеристика погодних умов та місця проведення досліджень	38
2.2. Схема та методика дослідження.....	40
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЇ ГЕНЕРАТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КОЛОНОПОДІБНИХ ЯБЛУНЬ.....	42
РОЗДІЛ 4. ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КОЛОНОПОДІБНИХ ЯБЛУНЬ.....	48
4.1. Показники потенційної продуктивності колоноподібних яблунь	48

4.2. Загальна листкова поверхня та рівень чистої продуктивності фотосинтезу листків.....	52
--	----

РОЗДІЛ 5. ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ В УРОЖАЙ..... 54

5.1. Сила квітування колоноподібних сортів яблуні	54
---	----

5.2. Ступінь зав'язування плодів	55
--	----

5.3. Маса, одномірність та товарна якість плодів	56
--	----

5.4. Урожайність колоноподібних сортів яблуні	58
---	----

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЯБЛУНІ

ВИСНОВКИ	66
-----------------------	-----------

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69
---	-----------

Реферат

Магістерська кваліфікаційна робота на тему: «Реалізація потенціалу продуктивності сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу

Робота викладена на 80 сторінках друкованого тексту, містить 10 таблиць, 7 рисунків, 99 літературних джерел. Вона складається зі вступу, 6-х розділів, висновків і переліку літературних джерел. У вступі зазначаються біологічні та морфологічні особливості досліджуваної культури та актуальність даної теми.

В огляді літератури описується значення яблуні, особливості догляду та основні фактори які мають вплив на ріст і розвиток

У другому розділі зазначені ґрунтово-кліматичні умови дослідної ділянки, а також схема та методики проведення досліджень.

Аналіз досліджень, а також висновки зазначені у третьому-п'ятому розділах. Дані обліків та вимірювань подані в таблицях, а також в рисунках.

В шостому розділі показана економічна ефективність вирощування досліджуваних сортів.

У висновках узагальнено основні положення щодо результатів досліджень.

Ключові слова: яблуня, продуктивність, урожайність, сорт, ефективність, підщепа, габітус.

ВСТУП

В Україні основною культурою в садах ще з давніх-давен є яблуня (*Malus domestica Borkh.*), яка і нині посідає перше місце серед плодових, як за площею насаджень, так і за валовим збором плодів [49, 275]. Вона займає близько 65% площі насаджень, що знаходяться під плодовими культурами та близько 92% серед зерняткових. Цьому сприяють відповідні ґрунтово-кліматичні умови для її вирощування в більшості регіонів України. Кондратенко Т.Є [37] підкреслює що яблуня є єдиною культурою серед плодових, яку можна вирощувати майже по всій території України.

Однак, попри величезну кількість вироблених у світі яблук, їхня собівартість, а особливо реалізаційна (ринкова) ціна, залишаються досить високими. Тому садоводи всіх країн шукають шляхи полегшення праці по догляду за яблуневими насадженнями та зниження вартості продукції.

Аналіз закордонного і вітчизняного досвіду в садівництві показує, що найбільш раціональним способом збільшення виробництва яблук є вирощування їх у садах інтенсивного типу. Для інтенсифікації садівництва було розроблено технології вирощування садів на карликових підщепах. Крайній варіант ущільнення насаджень та зменшення розміру рослин — луговий сад. Але проблемами таких технологій є необхідність щорічної інтенсивної обрізки та різка періодичність плодоношення. Абсолютно нові перспективи в еволюції саду відкриваються у зв'язку з появою колоноподібних сортів яблуні [4, 37, 44].

Відзначається, що постійно зростають вимоги до нових селекційних сортів: вони мають бути високоадаптивні, скороплідні, урожайні, з плодами масою 140-160 г. Курс інтенсифікації садівництва в останні десятиліття спрямований на більш ефективне використання земельних угідь, а саме: на збільшення щільності садіння дерев, використання слаборослих сортів. Впровадження в культуру слаборослих клонових підщеп, застосування відповідних формувань крон плодових дерев тощо — все це дає змогу збільшити кількість висаджуваних рослин на гектар, а також сприяє прискоренню вступу дерев у плодоношення й отриманню вищих урожаїв з одиниці площі. Однак,

поряд з величезним позитивним ефектом, отриманим від карликових підщеп, останні мають низку істотних негативних властивостей і впливів на щеплену рослину, а саме: слабку якірність кореневої системи та необхідність облаштування опори, вимогливість до ґрунтових умов тощо. У результаті цього використання карликових підщеп у промисловому садівництві призводить до додаткових витрат. У зв'язку із цим, останнім часом, все більше уваги приділяється сортам яблуні «типу спур», вже широко відомим у світовій садівничій практиці та літературі.

Вирощування колоноподібних сортів яблуні, які належать до нової біологічної форми рослин, має цілу низку переваг [4], 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.

Нині колоноподібні сорти яблуні ще не мають помітного поширення через несформований надійний сортимент, здатний конкурувати з кращими сортами «звичайної» традиційної яблуні [82, **Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. Створення садів колоноподібних яблунь потребує великої кількості садивного матеріалу та використання малогабаритної техніки для догляду за ними. Якщо найближчим часом ці проблеми будуть вирішені позитивно, колоноподібні сади вже в наступні десятиріччя можуть стати новою моделлю суперінтенсивних насаджень, де вироблятимуться яблука як для ринку свіжої продукції, так і для промислової переробки.

Про невеликі колоноподібні сади, що відрізняються високою скороплідністю та надзвичайно щедрим плодоношенням, повідомляють науковці та садоводи-практики з Великобританії, Нідерландів, Сербії, Канади, Швеції, України. Дані, отримані в Німеччині, показують, що зниження сили росту саджанців яблуні не веде до зменшення продуктивності та здрібнення плодів [13].

Створення інтенсивних садів з використанням колоноподібних сортів зумовлює скорочення циклу експлуатації саду до 15 років зменшує пестицидне

навантаження в саду, дає можливість прискорити оновлення сортів і технологій. Вирощування колоноподібного саду, де дерева розміщені за схемою $0,9 \times 0,4$ м, та підтримується відповідний рівень агротехніки, рентабельність виробництва може бути підвищена в 3 рази, а витрати праці на одиницю продукції зменшені у 2,5 раза порівняно зі звичайним інтенсивним садом, в якому дерева розміщені за схемою 5×3 м [13].

Створенням колоноподібних сортів яблуні займаються в усьому світі. В Україні отримано низку компактних форм яблуні методом гібридизації, хімічного і фізичного мутагенезу. Декілька з них проходять виробниче випробування, десятки — первинне, основна кількість перебуває у робочих і спеціальних колекціях як вихідні форми для використання в селекції.

Актуальність теми. За даними дослідників-садоводів, характеристика основних господарсько-біологічних ознак відомих колоноподібних сортів яблуні різниться, характеристика деяких відсутня. Продуктивний вік плодових утворень на рослинах колоноподібних сортів становить 15 років. Колоноподібні сорти мають високий потенціал продуктивності. За даними багатьох авторів, на п'ятий рік культивування урожайність насаджень колоноподібних садів сягає 100 т/га і більше. Урожайність 200-400 т/га істотно контрастує із сучасними садами, в останніх вона становить близько 70 т/га. За вирощування колоноподібного саду, де дерева розміщені за схемою $0,9 \times 0,4$ м, та підтримується відповідний рівень агротехніки, рентабельність виробництва підвищується в 3 рази, а витрати праці на одиницю продукції зменшуються у 2,5 раза порівняно зі звичайним інтенсивним садом, в якому дерева розміщені за схемою 5×3 м. Створення інтенсивних садів з використанням колоноподібних сортів зумовлює скорочення циклу експлуатації саду, зменшує пестицидне навантаження в саду, дає можливість прискорити оновлення сортів і технологій. Вирощування колоноподібних сортів яблуні, які належать до нової біологічної форми рослин, має цілу низку переваг, 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. У «звичайної» яблуні три-чотирирічні плодови утворення формують плоди високої якості, починаючи з п'ятого року якість плодів погіршується, а п'яти-семирічні плодови утворення хоч і квітують, але рідко формують плоди. На сьогодні особливості формування продуктивності у колоноподібних сортів яблуні ще достатньо не вивчені. Це обумовило необхідність дослідження особливостей формування продуктивності та ефективності її реалізації в реальний урожай.

Мета кваліфікаційної магістерської роботи: дослідити потенційну та реальну продуктивність нових сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу в умовах Київщини.

Відповідно до мети передбачалося вирішення наступних завдань

- Встановити параметри дерев колоноподібних сортів яблуні
- Встановити силу квітування
- Встановити ступінь зав'язування плодів
- Встановити показники функціональної активності пігментного комплексу листків
- Дати характеристику листків
- Встановити товарність плодів
- Дати економічну оцінку вирощування досліджуваних сортів
- Дати оцінку продуктивності яблуні

Методи дослідження: польовий, узагальнення, порівняння, розрахунковий і метод математичної статистики.

Об'єкт дослідження: продуктивність сортів яблуні у молодому саду.

Предмет дослідження: 9 сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу української та закордонної селекції двох еколого-географічних груп на двох підщепах. Досліджувалися 9 сортів та гібридів ('Болеро', 'Спарта', 'Фаворит', 'Білосніжка', 'Дюймовочка', 11/2(2), Михайлівське 9/110, 11/15(2) та 9/78 Вікторія). Дослідження закладено на карликовій підщепі М9 та середньорослій 54-118.

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОЛОНОПОДІБНИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ

1.1. Історія походження та результативність створення колоноподібних сортів яблуні

Початок історії колоноподібної яблуні датується 1964 роком [у селищі East Kelowna British Columbia (Канада). Власник одного з місцевих садів звернув увагу селекціонера К. Лапінса на незвичайну гілку, яка з'явилася на п'ятдесятирічному дереві сорту Мекінтош. Як повідомив Д. Фішер, ця гілка майже не мала бічних відростків і була вкрита кілцінками, списиками та численними плодами [4, 8, 11]. Гілка суттєво вирізнялася своїм унікальним габітусом: тверда, жорстка, але водночас гнучка деревини не відповідала типовій структурі для яблуня [42, **Помилка! Джерело посилання не знайдено.**].

У ті часи на американському континенті активно шукали спурові форми серед сортів яблуні, і саду визначав власника цього гілку як компактного зі спуровим типом плодоношення [23, 30]. Ця знахідка привернула увагу вченого К. Лапінса, який за погодженням з господарем почав розмножувати данну форму яблуні на дослідній станції Саммерленд [72], саме там вона отримала свою першу оцінку [23], та назву «'Важак'» (Wijcik McIntosh) [4, 80, 81], також відому як 'Starkspur Compact Mac' [7]. Відтоді 'Важак Мекінтош' став основним джерелом колоноподібної форми, яку вибирає селекціонери різних країн для виведення нових сортів яблуні Варто зазначити, що К. Лапінс не використовував термін «колоноподібний», називаючи «Важак» компактною формою і відносячи його до спурів [72]. Він зазначив, що, як і інші спурові форми, 'Важак' має низьку характеристику, зокрема демонструє бічний галушення, значне утворення кілцінок, скорочення міжвузля, компактні прирости та темно-зелене, досить товсте листя [7, 13]. Вкрай поганий активний ріст бічних пагонів, а якщо такий й з'являється, то під гострим кутом

до стебла [11]. Це може призвести до пошкодження центрального провідника [7]; хоча самі пагони теж формуються вертикально, нагадуючи колоноподібний ріст [11]. Основними ознаками колони є здатність рости вертикально без бічного розгалуження, а також твердість і жорсткість деревини [13, 23].

Головною характеристикою колоноподібних яблунь є нестача гормону росту [8]. Це відбувається до закладання великої кількості генеративних бруньок, через що вже на другий-третій рік вирощування дерева рясно цвіте. Науковці К. Лапінс і Р. Уоткінс виконали числену кількість схрещування з участю сорту 'Важак' [44, 34]. Дослідження отриманих сіянців яблуні показало, що ознака колоноподібності добре передається майже половині рослин гібридних сімей 'Важака' [72]. Після 1976 року Р. Уоткінс продовжив роботу з колоноподібними формами на Іст-Моллінгській дослідній станції, залучивши до досліджень співробітників відділу селекції Ф. Олстона та К. Тобата. Саме ці вчені першими створили колоноподібні сорти комерційного типу [7, 8, 11]. Ці сорти, а також сам «Важак», були поширені в наукових установах багатьох країн і використовуються для створення нових сортів яблуні. Майже всі колоноподібні сорти, виведені до сьогодні, мають походження від сорту 'Важак'. Дослідник К. Тобат створив такі сорти, як 'Telamon (Waltz)' ['Trajan (Polka)', 'Tuscan (Bolero)', 'Obelisk (Flamenco)', 'Charlotte (Hercules)' та 'Maupole', хоча ці сорти не знайшли широкого застосування у виробництві, вони активно використовувалися в селекційних програмах багатьох країн світу [4].

Нові сорти яблуні 'Pompink', 'Pomforyeu', 'Pomfit' і 'Pomfital' створені в Німеччині на основі колоноподібних сортів 'Maupole' та 'Flamenco'. Плоди сорту 'Pomfital' придатні для виготовлення джемів, желе та натуральних соків. Імунітет до парші в цих колоноподібних сортах зумовлений присутній в їх геномі гену Vf [34, 36]. Цей Цей ген успадковується більш ніж у 50% гібридних сіянців [8].

В Китаї створено високопродуктивний колоноподібний сорт 'Lujia-5' [11], плоди якого підходять для виготовлення концентрованого яблучного соку. У Чехії на основі гібридизації сортів Іст-Моллінгської дослідної станції 'Таламон' ('Telamon') та 'Важак' отримані колоноподібні сорти 'Cordona', 'Cumulu's' та 'Herald' [4].

Колоноподібні яблуні вперше з'явилися на території колишнього СРСР у вигляді пилку сорту 'Важак' навесні 1972 року [11]. Першим використовували цей пилкок для запилення 'Коричного полосатого'. У 1973 році були отримані сіянці від цієї сім'ї, і вже тоді стало зрозуміло, що близько половини гібридів мають колоноподібний габітус [92]. У 1976 році К. Лапінс також передав живці сорту 'Важак' з Канади [8].

Дослідження щодо створення колоноподібних сортів яблуні досягли певних успіхів у Бакширському державному аграрному університеті, де були виведені сорти 'Ахтям Мансуров', 'Урал Тау' та 'Кизил Маяк' [11]. Селекція колоноподібних сортів також проводиться в Кабардино-Балкарії [8]. В інших країнах було створено низку нових сортів: у Канаді — 'MacExcel' [7]; в Латвії — 'Anda', 'Baiba', 'Gatis', 'Zane', 'Uldis' та 'Inese'; у Швеції — 'Ilma', 'B-2520', 'Dulcessa' та 'Salli'; у Швейцарії — 'Malini Dulcessa', 'Redini Cuckoo', 'Malini Subito', 'Maloni Salli' та 'Maloni Lilli' [4]; у Чехії — 'Cactus', 'Goldlane', 'Moonlight' [14]; у Франції — «Red River», «Verbat delwila», «Blue Moon», «Fire Dance», «Garden Fountain», «Golden Gate», «Silver Pearl» та «Summertime»; в Німеччині — 'Starcats', 'Redcats', 'Suncats', 'Campanilo Primo', 'Campanilo Secundo', 'Campanilo Tertio', 'Campanilo Quattro', 'Pomforyou', 'PomPink', 'Goldcats', 'Greencats', 'Pomfital' і 'Pomredrobust' [11]. В Україні з 1982 року ведеться селекційна робота із залученням розширених сортів та форм колоноподібності. Вітчизняні селекціонери створили понад 20 колоноподібних сортів яблуні. Серед них в Інституті садівництва НААН — «Ася», «Антей Київський», «Вертикаль», «Руслан», «Ганцівниця», «Спарта» та «Аннушка»; в Інституті помології ім. Л.П. Смиренка НААН України — 'Дебют', 'Вікторія', 'Гармонія', 'Михайлівське' та 'Дюймовочка'; на Кримській

дослідній станції садівництва НААН — 'Білосніжка' і 'Фаворит' [10]. Декілька з цих сортів успішно пройшли первинне і державне сортовипробування та наразі проходять технологічне оцінювання в невеликих промислових насадженнях різного типу. Сорти «Білосніжка» та «Фаворит» були районовані в 2008 році в зоні Степу України.

1.2. Біологічні особливості рослин відомих сортів яблуні колоноподібного типу

Основною біологічною характеристикою колоноподібних яблунь є майже повний прояв бічного гілкування. Врожай формуються на простих і складних кілцях, що розташовані на стовбурі дерева [17]. Ці рослини мають карликовий тип росту, характеризуються скороплідністю та високою врожайністю [19]. Деревя щороку плодоносяться, забезпечуючи значний урожай [78]. Однак є й негативні аспекти компактності колонки. У колоноподібних сортів на карликовій підщепі коренева система поверхнева, недостатньо розвинена і неефективно утримує надземну частину рослин. Під час обробки підстав у пристовбурних смугах може статися її пошкодження. Недостатньо розвинена коренева система не може забезпечити рослину необхідною кількістю вологи та поживних речовин. Це потреба в добривах і поливах, але водночас рослини можуть стати від надлишку вологи [11, 13].

1.2.1. Генетика колоноподібності

З початку 60-х років ХХ століття ідентифіковано понад 145 генів яблуні, з яких 70 контролюють господарську цінну позначку [56]. Виявлення гена колоноподібності (Co) у Мекінтоша «Важак» відкриває нові можливості для селекції яблуня, спрямованого на формування рослин з колоноподібним габітусом крони та врожайністю, що перевищує 400 т/га [72]. Як стверджують К. Лапінс, Р. Уоткінс [72] та інші дослідники, колоноподібність рослин

зростаючим геном «Со» [89]. Р. Уоткінс і Ф. Олстон підтвердили, що наявність в геномі одного гена або цілого блоку таких генів у покращенні сорту формування колоноподібної крони. Прояв гена «Со» в різних генотипах може бути різноманітним [92]. Колоноподібність, як морфологічна ознака яблуні, проявляється на інших характеристиках дерева, зокрема, виражені відмінності спостерігаються при поєднанні колоноподібності з карликовістю, сильнорослістю, спуровим та неспуровим типами плодоношення, а також з високим рівнем розвитку енергії та іншими ознаками листя і пагонів [93].

Ген «Со» успішно комбінується в окремих сортах як з олігогенами (Va, Vm, Vn, P11, P12 та ін.) [36], так і з полігенами, що компенсують спадковість зимостійкості, продуктивності та якості плодів [56]. Не виявлено жодного зчеплення гена «Со» з негативними ознаками, що дозволяє при розведенні нових сортів планувати його з'єднання з будь-якими бажаними характеристиками [8].

Протягом тривалого часу використовували колоноподібні батьківські форми яблуні як донори гена «Со». В усіх гібридних родинах, що виходять від генетично невивчених колон, присутні колоноподібні сіянці, що підтверджує передачу цієї ознаки потомству від батьків. Це також позитивно про те, що всі гібридні сіянці є донорами колоноподібності, хоча перші вихідні форми в генетичному плані досі залишаються невивченими [56].

Основними ознаками, що випускають якість будь-якого сорту яблуні, є врожайність, якість плодів, зимостійкість, імунітет та відповідний тип крони [8]. Якщо колона має нижчі показники, хоча й відповідає цій ознаці в порівнянні зі стандартними (найпоширенішими) сортами, її не визнають як сорт. Деякі елітні або відбірні гібридні форми колон демонструють окремі ознаки на високому рівні. Вчені намагаються перенести цей високий рівень у нові кращі сорти шляхом селекції [82]. Потенціал морозостійкості сортів, які найбільше адаптовані до холодів, знижується температурою до мінус 42...44 °C [18].

Крони рослин колоноподібних сортів характеризуються значними відмінностями за кількома морфологічними ознаками [51]. Залежно від сили росту, колоноподібні сорти класифікують на п'ять груп: суперкарлики, карлики, напівкарлики, середньорослі та сильнорослі [49, 37]. Ця група є умовними, і в другій з ними можна спостерігати певні відмінності між сортами. Для товарного та дачного саду найбільш бажаними є сорти з карликовим типом росту. Переважна зелень наявних колоноподібних сортів є природними напівкарликами, а сильнорослі колони зустрічаються лише на дослідних ділянках наукових установ [40].

1.2.2. Адаптивність до певної теплозабезпеченості та стійкість проти хвороб

Світло, температура, поживні речовини, вода та повітря є основними екологічними факторами, що впливають на життя плодів рослин. Яблуня реалізує свою ефективну продуктивність лише за умов належного забезпечення цими факторами [41]. Продуктивність яблуні також залежить від стану навколишнього середовища, яке регулює інтенсивність синтезу органічних речовин, активність їх використання в процесах метаболізму, а також утворення різних частин та органів рослини [39].

Аномальні погодні умови негативно впливають на фізіологічний стан плодів рослин [18]. Адаптованими вважаються ті сорти яблуні, які поєднують високу продуктивність і якість урожаю з підвищеною стійкістю до несприятливих факторів довкілля. Головними ознаками адаптованого сорту є висока зимостійкість і посухостійкість, стійкість до недостатньої теплозабезпеченості під час вегетаційного періоду, здатність пристосуватися до короткого вегетаційного періоду (170 днів) та імунітет до парші й інших хвороб [100].

Забезпеченість теплом є ключовим фактором для життя рослин, а яблуня не є винятком [104, 94]. Аналіз багатьох досліджень, доводять, що стабільним

показником для визначення тепловимогливості сортів є сумалювати активних температур, що становлять 10 °С і вище, у міжфазний період цвітіння та знімкової стійкості плодів. Дослідження дозволили науковцю застосувати мінімальні суми активних температур та кількість днів із середньодобовою температурою вище 15 °С, які забезпечують проходження основних фенофаз розвитку та високу продуктивність. Для літніх сортів яблуні ці показники складають 1800-2000 °С та 70-80 днів; для осінніх сортів — 2000-2300 °С і 80-90 днів; для зимових сортів — 2300-2700 °С і 90-120 днів. Дослідження І.К. Омельченка також встановив, що кількість тепла в зоні Лісостепу України цілковито забезпечує вирощування високоякісних плодів літніх, осінніх і менш тепловимогливих зимових сортів яблуні. Наприклад, для сортів «Ренет Симиренка» та «Голден Делішес» необхідна сума активних температур становить 2750 °С, а кількість днів із середньодобовою температурою вище 15 °С — 120-125 днів. Сортам 'Антонівка звичайна', 'Спартан', 'Флоріна', 'Ліберті' та 'Аскольд' потрібна 2400-2500 °С і 90-100 днів із температурою вище 15 °С [204]. Для сорту «Папіровка» достатньо лише 1600 °С.

У садах інтенсивного типу особливе значення набуває стійкість сортів до шкідників і хвороб, усунення щільнішого розташування дерев підвищує ризик спалахів та швидкого розповсюдження шкідників [11, 55, 56]. Витрати на боротьбу зі шкідниками та хворобами при вирощуванні стійких сортів майже на половину нижчих, ніж у садах зі звичайними неімунними сортами. Вчені-садівники, такі як П. В. Кондратенко, О. Д. Чиж, Т. Є. Кондратенко, Т. Є. Омельченко [33], В. В. Фільов, О. М. Гаврилюк, С. М. Чухіль [59] та інші, вважають, що біологічний потенціал сортів, імунних і високостійких до грибних хвороб, є основою для отримання стабільних, екологічно чистих і дешевих урожаїв [39].

Щорічно на боротьбу з хворобами та шкідниками в яблуневих садах створюється велика кількість пестицидів, що коштує яблука, причині забруднення навколишнього середовища, знищення корисної ентомофауни та зменшення екологічного стану насадження. Лише 0,1-1,0% використаних

отрутохімікатів досягає місця цільової дії, тоді як 99,0-99,9% переходить у ґрунт, водою, атмосферу та сільськогосподарську сировину.

Парша яка викликана викликана збудником *Venturia inaequalis* Wint, є єдиним з найшкідливіших грибних хвороб яблуні [50, 70]. В Україні зниження врожаю яблука через утворення паршею становить не менше 40%. Селекція яблуні на імунітет до пари є пріоритетним напрямком у селекційних програмах таких країн, як США, Чехія, Німеччина, Польща, Італія, Україна та інших країн [8, 36].

Найбільше паршею уражаються листя та плоди, тоді як пагони рослин уражаються дуже слабо. За даними О.В. Мельника та І.О. Мелехової, у сортів яблуні, нестійких до цієї хвороби, виконується 6-12 обприскувань за один сезон. Це не є тільки дорогим, але й ускладнює отримання екологічно чистої продукції [52]. Більшість колоноподібних сортів яблуні демонструють стійкість до парші на рівні кращих стандартних сортів [15].

Шкідливим захворюванням сортів яблуні в Україні є борошниста роса. У регіонах з низькими зимовими температурами розвиток збудника — гриба *Podosphaera leucotricha* Salm — особливо посилений. Хвороба вражає листки, пагони та суцвіття яблуні. Доведено, що існує не менше п'яти роз цього збудника. Багато сучасних сортів яблуні мають полігенну стійкість до борошнистої роси. Наприклад, дослідники Іст-Моллінгської дослідницької станції отримали колоноподібні сіянці з генами імунітету *Pl1* і *Pl2*. Також є інформація, що в Нідерландах, Новій Зеландії та інших країнах створено колоноподібні гібриди, які мають одночасно ген імунітету до борошнистої роси та ген імунітету до парші (*Vf*). Селекція яблуні на стійкість до борошнистої роси дещо відстає від досягнутого прогресу в світі в створених імунних до парші сортів. Це пов'язано з переходом селекції на нову генетичну основу, а також із застосуванням методів раннього відбору на штучних інфекційних фонах з використанням генетичних джерел або донорів стійкості.

За результатами досліджень у теплі та вологі роки листя яблуні часто уражується бурю плямистістю, що призводить до масового опадання (50% і

більше). Створення сортів, імунних до грибних патогенів, є пріоритетним напрямком селекції, що відповідає завданням біологізації та екології виробництва плодової продукції, а також охорони навколишнього середовища [94]. Колоноподібні сорти, такі як 'RomPink', 'Blue Moon', 'Malini Dulcessa', 'Redlane' та багато інших, демонструють стійкість до шкідників і хвороб на рівні стандартних сортів. Деякі з них є імунними до парші [104] і мають полігенну стійкість проти борошнистої роси.

1.2.3. Зимо- та морозостійкість

На продуктивність плодів рослин, зокрема яблуні, негативно впливають біо- та абіотичні стресори. Як зазначає О.О. Жученко, саме під їх впливом спостерігаються дво- до три більші відмінності між показаною і реалізованою врожайністю сільськогосподарських культур. Яблуня є широко розповсюдженою плодовою культурою завдяки своїй зимостійкості, що є комплексною біодинамічною якістю рослини [9]. Ступінь реалізації потенціалу зимостійкості залежить від генотипу, умов зростання дерев протягом кількох вегетацій, їх віку, навантаження врожаєм, фізіологічного та фітосанітарного стану, а також від ступеня загартування [18]. Важливо, щоб ритм росту й розвитку рослин відповідав ритму зміни погодних умов протягом року [23]. Зимостійкість — це стійкість рослин до ушкоджувальних факторів зимового періоду [21]. Доведено, що для плодів культури існує шість ушкоджуючих факторів зимового періоду. Відомо, що понад 98% усіх пошкоджень цих викликані морозом. Деякі нерайоновані сорти в окремих регіонах можуть постраждати від висушування або випрівання, але розширені стандартні сорти цими чинниками не ушкоджуються.

Рівень зимостійкості яблуні є лише генетично обумовленою ознакою, а й істотно змінюється під впливом комплексу факторів упродовж вегетаційного періоду та зими. Тому питання зимостійкості яблуневих дерев

активно досліджується багатьма вітчизняними та закордонними вченими [13, 62].

У Східній та Центральній Європі виокремлено чотири компоненти зимостійкості плодових рослин: перший характеризує здатність дерев до швидкого загартування в осінньо-ранньо-зимовий період; другий — розвиток максимальної морозостійкості (середина зими); третій — здатність рослин витримувати морози після відлиг; четвертий — здатність до повторного загартування і морозостійкості після відлиг [47, 46, 96].

Дослідження В.П. Попова та В.Л. Симиренка встановили залежність зимостійкості сортів яблуні від теплозабезпеченості вегетаційного періоду, зокрема від числа днів із середньодобовою температурою повітря 15 °С і вище. Спостереження О.Д. Чижа, В.В. Фільова, О.М. Гаврилюка та С.М. Чухіля [59] показали, що для формування достатньої зимостійкості більшості зимових сортів яблуні потребують 115-125 днів з такою теплозабезпеченістю, тоді як літнім і осіннім сортам достатньо 95-100 днів.

Морозостійкість рослин рослин не лише специфічними генами, а й усім генетичним матеріалом рослинного організму. Інші фактори, такі як зимові відлиги, випрівання, льодова кірка та випинання, не є основними причинами зимових пошкоджень садів; вся зимостійкість рослин вимірюється їх морозостійкістю [18]. Морозостійкість, яка формується у рослин наприкінці вегетації збільшується не тільки генетичними особливостями, але й значною мірою залежить від комплексу чинників, таких як фізіологічний стан, вік дерева, умови зростання та метеорологічні фактори [47, 63, 65].

Існує кілька непрямих методів визначення морозостійкості сортів яблуні, серед яких: вимірювання кількості нуклеїнових кислот і ціанідів у тканинах рослин, електрофізичні показники, водоутримувальна здатність однорічних приростів, а також вимиваність електролітів [9]. Найбільш перевіреним методом є пряме проморожування частин рослин у камерах штучного клімату [18, 21].

Встановлено, що багато культурних форм колоноподібної яблуні можуть знати значні пошкодження через суворі морози на початку або в середині зими [18]. В Україні перший відліг зараз не супроводжуються критичними морозами, які дозволяють рослинам уникати підмерзань.

Виявлено чіткі відмінності в чотирьох різних типах впливу морозу на плоді дерева в зимовий період. Ці дослідження дозволили виділити основні складові цього комплексу впливу та кілька оцінити рівні морозостійкості тканин і органів у різні періоди зими. Визначено такі компоненти, як: швидке загартування і стійкість до ранніх морозів, стійкість до критичних морозів, а також здатність утримувати загартування під час відліг [53]. На сьогодні для оцінки зимостійкості яблуні широко використовується лабораторний метод моделювання ушкоджуючих чинників [9].

Зимостійкі сорти, які мають комплекс або всіх недоліків компонентів зимостійкості здатні переносити суворі зими з незначними пошкодженнями або зовсім без них [31]. Такі сорти з більшою ймовірністю забезпечують отримання високих і стабільних урожаїв, особливо в регіонах з нестійкою погодою в зимовий та ранньовесняний періоди [22].

Колоноподібні сорти яблук, такі як 'Президент', 'Васюган', 'Медок' та 'Ікша', демонструють високу зимостійкість і вирощуються в регіонах, де вимірює відомий сорт 'Антонівка звичайна'. У цілому колоноподібні сорти виявляють стійкість до всіх зимових пошкоджувальних чинників, зокрема до зимових морозів, а особливо до критичних морозів [21]. Дослідження з використанням методу штучного проморожування показали, що найбільш висока рівність стійкості до низьких температур у середині зими характеризуються корекцією, камбій та бруньками колоноподібних форм, тоді як ксилема виявляє найменшу стійкість.

Спостереження Д.Г. Макарової та О.І. Китаєва [48] свідчать, що суворі зими з критичними морозами (для забору плодів культур) в Україні випускаються в середньому один раз на 8-11 років. Науковці відзначили велику мінливість погодних умов зимового періоду в різних зонах

плодівництва України. Сприятливе з'єднання тепла і вологи в центральних районах Західного Лісостепу, де тривалість безморозного періоду становить 170-175 діб, сума активних температур 10 °С і вище досягає від 2500 до 2800 °С, а кількість діб із середньодобовою температурою 15 °С і перевищує 105 - 115, з гідротермічним коефіцієнтом 1,2-1,3, забезпечує успішне вирощування літніх, осінніх і морозостійких зимових сортів яблуні.

1.2.4. Особливості плодоношення та врожайність

Продукційний процес — це безперервний ланцюжок складних біохімічних реакцій, у результаті яких за участі сонячної радіації в рослині із найпростіших неорганічних речовин і елементів синтезується все різноманіття органічних речовин, які рослина використовує для здійснення всіх метаболічних процесів і накопичення конституційних і допоміжних речовин [77, 79]. Кінцевий результат продукційного процесу зображає особливості реакції рослин на конкретний комплекс зовнішніх факторів і характеризує ступінь відповідності умов культивування рослин їх біологічним вимогам. Дослідження процесу продуктивності як найбільш важливого з біологічної та найцікавішого з утилітарної точки зору періоду в річному циклі життєдіяльності плодової рослини — одна із найбільш актуальних проблем сучасної екології, фізіології та агрономії [77].

Урожайність – достатньо складна властивість сорту, що залежить від прояву реакції генотипу на конкретні умови навколишнього середовища [8, 17]. Урожай, що формується в заданих умовах, є закономірним результатом дії ендогенних, систем рослини, які сприяють приведенню у відповідність рівнів світлового, вуглецевого і мінерального живлення з іншими факторами [37]. Адаптаційні системи, які розвинулись у процесі еволюції, у всіх випадках діють так, щоб забезпечити максимально можливу продуктивність у конкретно сформованих умовах [17]. Під «потенційною продуктивністю» слід розуміти продуктивність рослин того чи іншого сорту в умовах ідеального

агрофону, оптимального живлення, відсутності хвороб і т.д. Скоротити розрив між господарським (реальним) і потенційно можливим урожаєм можна, оптимізувавши умови процесу продуктивності, що дає поштовх прискоренню синтезу первинної продукції, раціональному використанню резервних асимілятів на ріст, дихання, накопичення в запасючих тканинах і використання на формування господарського врожаю [39].

1.2.4.1. Потенціал продуктивності звичайних сортів яблуні та ефективність його реалізації

За повідомленням Р.П Кудрявця], ріст яблуні навесні починається за рахунок запасів, що утворились під час попереднього періоду вегетації. Наявність великої кількості запасних фондів пластичних речовин є необхідною умовою початку активного розвитку генеративних органів яблуні, а також є одним із визначальних факторів кінцевого результату вегетативної та репродуктивної діяльності рослин.

Наявність запасних пластичних речовин визначає стан дерева і насадження в цілому, морозо- і зимостійкість, інтенсивність розвитку нових вегетативних та генеративних органів рослин на початку вегетації, і результати процесу продуктивності за весь вегетаційний період. Збільшенню запасів пластичних речовин сприяє скорочення їх витрат на ріст і дихання багаторічних частин, нормування кількості вегетативних і генеративних органів, зняття плодів в оптимальні терміни, збереження фотосинтезуючого апарату в здоровому стані до глибокої осені, а також своєчасний листопад [58].

Одним з основних способів активного впливу на весь процес продуктивності є направлене регулювання запасання багатих енергією органічних речовин. В цьому відношенні ефективна зимова або ранньовесняна обрізка, що дозволяє шляхом видалення частини приростів підвищити потенційну забезпеченість інших, що залишились, запасами пластичних

речовин. При рясному цвітінні Р.П. Кудрявець рекомендує в доповнення до обрізки проводити максимально раннє проріджування квіток і плодів, таким чином зменшуючи кількість акцепторів. За тривалого знаходження на дереві резервних генеративних органів, які опадуть відразу після квітування або в червні, сильно послаблюється рослина. Саме це, а не переобтяження дерева вражає є основною причиною періодичності плодоношення [17]. Дослідники П. Крамер і Т. Козловський відмічають, що протягом місяця від початку вегетації потреба рослин в асимілятах перевищує надходження від поточного їх синтезу. Як стверджує П. Хансен, у яблуні на дихання витрачається значна кількість асимілятів (40-50%)

У рамках одного виду рослин можливі генетично обумовлені відмінності в продуктивності асиміляції. Встановлено, що сорти яблуні значно різняться за продуктивністю фотосинтезу [15, 16, 27]. Від сорту до сорту коливається не тільки асиміляційна здатність листків, але і площа листової поверхності [79]. Відомо, що фотосинтез рослин здійснюється в хлоропластах — відокремлених двомембранних органелах клітини. У яблуні хлоропласти локалізуються в основному в палисадній паренхімі листків, що визначає екологічні особливості продукційних процесів цієї культури [80].

Основними функціями листка зеленої рослини є фотосинтез, транспірація і синтез ряду органічних речовин, у тому числі деяких фітогормонів (ауксинів, гіберелінів, абсцизової кислоти) [3]. Крім цього, лист володіє пристосувальними властивостями до умов навколишнього середовища [54], що виражається в зміні площі асиміляційної поверхні рослини в залежності від факторів зовнішнього середовища [15]. Пластинчаста форма листка забезпечує найбільшу поверхню одиниці об'єму тканин, що створює найліпші умови для повітряного живлення [15]. Площа окремого листа і загальна листової поверхні рослини дозволяє оцінити його фотосинтетичний потенціал і функціональну активність.

Відповідно до теорії фотосинтетичної продуктивності рослин, найвищі врожаї можуть бути отримані за інтенсивного збільшення площі листків. На

прикладі різних сільськогосподарських культур переконливо доведено, що формування листкової поверхні як нижче, так і вище певного фізіологічного оптимуму, негативно позначається на продуктивності вирощуваних рослин. У цілому для рослини кількість поглиненої листками сонячної радіації зростає пропорційно збільшенню листкової поверхні лише до певної межі. На думку А.О. Ничипоровича площа листків агроценозів може досягати 40-50 тис. м²/га; подальше збільшення її не сприяє підвищенню продуктивності. Для насаджень яблуні з великими кронами оптимум визначено в розмірі 37-45 тис. м² листків на 1 га. Ряд дослідників пропонують підтримувати листковий покрив у насадженнях яблуні на рівні 35-40 тис. м²/га і навіть 40-50 тис. м²/га. За проектної врожайності в 50 т/га плодів теоретично обґрунтована площа листків складає 50 тис. м²/га, оскільки для садів з округлою короною багатьма дослідниками вважається оптимальним навантаження близько 1 кг плодів на 1 м² листків. Особливу увагу при цьому приділяють розташуванню листків тому, що надмірне загущення створює несприятливі умови для їх “роботи”: в кронах погіршується світловий режим, що своєю чергою, знижує продуктивність фотосинтезу. Тому деякі вчені вважають, що збільшення листкової поверхні в яблуневих садах понад 20-25 тис. м²/га є недоцільним.

Листки повинні забезпечити синтез органічних речовин, які витратимуться на ріст і формування врожаю, а також накопичення пластичних речовин під урожай наступного року. Це стає можливим, якщо в кроні яблуні на один плід припадає 15-25 листків [12]. Збалансоване співвідношення між процесами росту і плодоношення в яблуні відзначається за наявності в кроні не більше 20% (від числа, що розпустилися) квіткових бруньок. За деякими даними, величина цього показника повинна становити 30-35% [6].

За інформацією деяких науковців для отримання максимальної маси одного плоду було досить 300 см² листкової поверхні, але ці листки не забезпечували закладання квіткових бруньок, а площа листків в 540-600 см² на плід сприяла його нормальному розвитку і закладанню 17 % квіткових

бруньок. Рекомендована площа листків у 20-25 тис. м²/га при навантаженні 600 см² листкової поверхні на плід може забезпечити врожайність 40-60 т/га.

За даними А.С. Овсяннікова за використання 50 % асимілятів на урожай для формування плоду масою 100 грамів потрібно 340-504 см² асиміляційної поверхні. Таким чином, розвиток оптимальної для кожного агроценозу площі листя з високою асиміляційною здатністю є одним з основних чинників його високої продуктивності. Управління цим процесом за допомогою агроприйомів може слугувати основою підвищення врожайності.

Поглинання квантів світла у червоних і синіх променях (400-700 нм) здійснюється хлорофілом а (*Chla*) і b (*Chlb*). *Chla* бере участь у засвоєнні сонячної енергії, яку повністю передає до реакційних центрів ФС II. *Chlb* зосереджується у світлозбиральних комплексах фотосистем (ФС) I та II, а також у малій антені ФС II [25]; він бере участь у передачі на *Chla* близько половини поглиненої каротиноїдами енергії (енергія передається з каротиноїдів на хлорофіл, далі з *Chlb* на *Chla* і по ланцюжку молекул *Chla* досягає реакційного центру ФС I та II). Ефективність фотосинтезу залежить від кількісного вмісту зелених пігментів у листку та від співвідношення форм *Chla* : *Chlb*, яке характеризує структурну організацію хлоропластів і ступінь потенціалу адаптації до змін довкілля. Дане співвідношення за високої освітленості вище, ніж за низької, а регулювання синтезу *Chlb* має важливе значення для адаптації рослин до світла різної інтенсивності. Вимірювання вмісту хлорофілу є ефективним маркером рівня абіотичної стійкості рослин.

Для хлорофілу характерна оптична властивість – флуоресценція. Це явище зводиться до перевипромінювання зі зміненою довжиною хвилі частини світлових променів, котрі поглинаються хлорофілами, в результаті чого хлорофіл у світлі флуоресценції здається червоним. Методом спектрального флуоресцентного аналізу забезпечується швидке тестування стійкості рослин до різних стрес-факторів, а також виявлення найчутливішої ділянки фотосинтетичного ланцюга перенесення електрона.

За даними Р.П. Кудрявця, А.Т. Мокроносова та інших, інтенсивність фотосинтезу яблуні багато в чому визначається поєднанням і напруженістю таких факторів навколишнього середовища, як температура, світло, волога, мінеральне живлення, а також місце знаходження листка в кроні, його величина, вік і структура. За А.С. Овсянніковим, вплив умов року на інтенсивність фотосинтезу (величину ЧПФ) становить 52-62%, а сорту — 11-19%. Дослідження згаданого науковця показали, що чим вище продуктивність фотосинтезу і чим більше асимілятів витрачається на урожай, тим менше, відповідно, днів потрібно на одержання одиниці господарського врожаю і тим ціннішим, з точки зору продуктивності, є сорт.

Результативність процесу продуктивності Р.П. Кудрявець оцінює за сумарною кількістю органічної речовини, синтезованої рослиною за період вегетації та використаної на накопичення фітомаси у вигляді конституційних і допоміжних матеріалів, а також на здійснення процесів метаболізму. Господарська ж ефективність процесу продуктивності визначається часткою фітомаси, яка становить урожай, у цьому випадку плоди. Синтез первинної продукції та всі процеси метаболізму розглядаються як необхідні етапи підготовки органічної речовини до включення в обсяг або в масу органу, що росте; процеси, які пов'язані з розвитком (диференціація клітин, тканин, бруньок; квітування, запліднення, утворення зав'язей і насіння), — як підготовку органу або частини рослини до росту, або ж як перехід від росту вегетативних частин до росту генеративних органів.

Визначаючи роль сонячної радіації в продуктивності яблуні, Ю.К. Росс рекомендує враховувати її тепловий, фотосинтетичний і фотоморфогенетичний ефект, оскільки кожен з них позначається на процесі продуктивності. За даними А.О. Ничипоровича, максимально можливе використання ФАР на фотосинтез становить 25%.

Процеси життєдіяльності та продуктивність яблуні значною мірою залежать і від водообміну, оскільки вода – матрикс для цитоплазми, головний реагент біологічних перетворень; вільна вода визначає хід основних процесів

життєдіяльності: транспірації, фотосинтезу, спрямованості дії ферментів тощо; зв'язана вода обумовлює агрегативну стійкість гідрофільних колоїдів протоплазми та стійкість рослин проти несприятливих факторів зовнішнього середовища [44]. В інтенсивних ущільнених садах яблуні водообмін залежить від водного режиму ґрунту, температурних, світлових і повітряних умов, а також технологічних прийомів вирощування насаджень і віку дерев [52].

Основними складовими продуктивності плодового дерева, за переконаннями Р.П. Кудрявця, є оптимальна площа та оптико-фізіологічні властивості листків, рівень і тривалість їх освітлення, кількість зв'язаних у процесі фотосинтетичної діяльності сонячної енергії, вологи й поживних елементів. Ці показники, як зазначає науковець, обумовлені генетичною програмою конкретного сорту. Однак рівень реалізації цієї програми істотно варіює залежно від умов вирощування. Навантаження плодів на одиницю площі листків – показник надійності насадження в сенсі його потенційної можливості до щорічного плодоношення.

Площа листової поверхні вважається одним із головних показників вегетативного росту і фотосинтетичного потенціалу плодкових дерев. На останній впливають різні чинники, зокрема наявність відповідної кількості листків. Площа листової пластинки, що росте на пагоні, значно більша за листки із кільцівки. Значний вплив на загальну площу листової поверхні дерева чи насадження має функціональний стан листка, помологічний сорт, сила росту, ураження паршею та підмерзання дерев. У разі ураження паршею листки формуються невеликі.

За даними Р. Hansen і S. Stoyanov для утворення плодів яблуні масою 100 г потрібна листова поверхня площею 200 см² або 20-30 листків на один плід. За Н.Г. Красовою, для сортів Спартан, Мелба та Антонівка звичайна на сильнорослій підщепі (схема садіння 8×4-7×3м) для формування одного плоду необхідно відповідно 144-171 см², 172-205 та 155-199 см² листової поверхні.

Дослідники Л.Л. Бунцевич, М.О. Костюк, К.М. Беседіна та М.В. Макаркіна встановили, що на кількість плодів, які зав'язалися (початок Х-го

етапу органогенезу), впливає і є визначальним фактором площа листків на плодovому утворенні під суцвіттям. Зі збільшенням листкового апарату під суцвіттям в умовах, які виключають адитивність, кількість плодів, що зав'язалися, збільшується: кільцівки з листовою поверхнею в середньому 21 см² залишаються без зав'язі, плодovі утворення із середньою площею листків 28 см² зав'язують 1-2 плодики, пагони з 34 см² листків зав'язують 3 і більше плодиків.

За даними J.M. Lee та N.E. Looney, кількість листків на пагонах колоноподібних сортів майже така як у звичайних сортів, хоча загальна листкова поверхня трирічних колоноподібних саджанців більша. Листки колон темно-зелені й дуже товсті, з довгими черешками та зазвичай мають зубчастий край. Це характерно також і для звичайних сортів зі спуровим типом плодоношення. Дослідженнями D. Gelvonauskienė, V. Gelvonauskis та A. Sasnauskas анатомічної структури листка колоноподібних сортів виявлено товстішу палисадну паренхіму та більший вміст хлорофілу, ніж у звичайних сортів. У зв'язку із цим рівень фотосинтезу та транспірації у перших вищій.

Продуктивність яблуні — це сукупність всієї органічної речовини, що утворюється під час процесу фотосинтезу, а в господарському розумінні — це складова частина біологічної продуктивності, що реалізується у вигляді урожаю плодів. Рекомендується вивчати продуктивність яблуні в процесі її формування шляхом аналізу утворення зачаткових органів і послідовного їх розвитку у вегетативні та генеративні органи, що являють собою елементи продуктивності [77, 78]. З цього випливає, що під продуктивністю слід розуміти загальну кількість елементів, що формуються на плодovому дереві, а не тільки врожай плодів.

Диференціація генеративних бруньок — це один з важливіших біологічних процесів переходу рослин із вегетативного стану в генеративний. Він є ключовим у проблемі створення регулярно плодоносних і скороплідних насаджень. Відомо, що закладання і початок формування суцвіття і квіток в яблуні проходить в попередній рік вегетації. У формуванні врожаю III-V етапи

органогенезу розглядаються як критичні, оскільки доля врожаю залежить від наявності умов для переходу потенційних пунктів плодоношення до закладення квіткових зачатків [78]. На IV-V етапах за рахунок формування зародкових квіток йде закладання елементів урожаю, таким чином визначається сумарний потенціал урожаю дерева у вигляді зачаткових квіток.

Доля потенційної продуктивності, що сформувалася у вигляді зародкових квіток (які успішно перезимували), багато в чому вирішується під час запилення і запліднення (IX етап); саме на цих етапах значною мірою визначається можливість реалізації потенціалу в урожай плодів. На X-XII етапах органогенезу визначається ефективність реалізації квіток у плоди, останні набувають певну масу, що в сукупності й зумовлює урожай. Але в ці періоди водночас йдуть і втрати потенціалу продуктивності внаслідок редукції квіток, зав'язей і плодів. Основною причиною редукції продуктивності на IX-XI етапах органогенезу в яблуні є завелике число зачаткових квіток. Дерево не в змозі утворювати плоди з усієї їх кількості. У цей час втрачається потенційна продуктивність, яка не забезпечена асимілятами й тому не може бути реалізована. За характером редукції елементів продуктивності на X-XII етапах органогенезу сорти яблуні поділено на декілька груп.

У дослідженнях, проведених Т.Є. Кондратенко [38] в умовах Полісся та Лісостепу України, визначено потенціал продуктивності та ефективність її реалізації у поширених сортів яблуні. Науковцем зроблено висновок про те, що сучасні сорти яблуні вітчизняної та закордонної селекції формують високий потенціал продуктивності; найбільш істотні розходження між сортами виявляються на III-IV і X-XII етапах органогенезу; ступінь редукції елементів репродукції на X етапі органогенезу залежить від сорту і не залежить від зони вирощування; ефективніше потенціал продуктивності реалізують найновіші сорти при вирощуванні за інтенсивними технологіями.

1.2.4.2. Особливості формування й ефективність реалізації продуктивності колоноподібних яблунь

Колоноподібні сорти відносять до рослин з інтенсивним типом плодоношення. Більшість таких сортів відрізняються скороплідністю, деякі з них квітують у рік садіння у сад ('Малюха', 'Баргузін', 'Ікша'). Більшість сортів є середньоплідними, в активне плодоношення вони вступають на третьому-четвертому році після садіння, а пізньоплідні формують урожай у шести-семирічному віці [40].

Колоноподібні сорти мають високий потенціал продуктивності [215]. Урожайність 400 т/га істотно контрастує із сучасними садами, в останніх вона становить близько 70 т/га. За інформацією В.П. Копаня, урожайність восьмирічних рослин українських сортів 'Танцівниця' та 'Спарта' сягає 110-120 т/га, 'Антей Київський', 'Руслан', 'Вертикаль', 'Едем' та 'Ася' – 60-90 т/га

Складні кільцівки та інші плодові утворення на деревах сортів зі звичайним типом крони живуть п'ять-сім років, а у колоноподібних сортів – 12-14 років і весь цей час регулярно формують елементи репродукції (генеративні бруньки, квітки, яблука). Поступово після 12 років зростання нижні кільцівки всихають і у 15-річних дерев нижня частина стовбура оголюється, плодів там немає, загальний врожай різко знижується і сад потрібно замінювати новим.

Продуктивність плодового дерева уособлює в собі інтегральний підсумок взаємодії ієрархічно субпідрядних, асинхронно розвинутих частинок між собою і з навколишнім середовищем. Серед великого різноманіття колоноподібних форм в сорти відібрано тільки високопродуктивні. Кожне колоноподібне дерево виростає у вигляді одного стовбура. Невеликі рослини формують по 7-10 кг яблук. Повновікові дерева сортів 'Останкіно', 'Президент', 'Червонець' та інших в умовах Підмосков'я дають до 16 кг кожне. На гектарі замість 1500-2500 дерев розміщується стрічками понад 20

тисяч колоноподібних рослин [50]. Тому врожай саду із колон більш ніж у шість разів вище врожайного інтенсивного насадження [6].

За повідомленнями Т.Є. Кондратенко, Ю.Ю. Андрусика [43], високоврожайними є сорти, врожайність яких у 10-12-річних насадженнях перевищує 40 т/га, а врожайними – 25-40 т/га. Розрахункова врожайність насаджень таких колоноподібних сортів становить близько 220 т/га (10 кг з дерева), фактична - 100-120 т/га, яку, на думку Т.П. Грушевої та В.А. Самуся, можна отримувати без великих зусиль. За даними науково-дослідного центру Гейзенгайму (Німеччина), розрахункова урожайність колоноподібних сортів на одному метрі погонному стовбура дерева становить 5 кг з четвертого по 20 рік культивування, коли зона плодоношення дорівнює три метри, повноцінний урожай з дерева становить понад 15 кг, а врожайність гектара насадження — 155 тон.

Скороплідність сорту — один з важливих компонентів його продуктивності [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. Звісно, що скороплідність колоноподібних садів зв'язана, насамперед, з використанням карликової підщепи та відповідною густотою розміщення рослин [62]. Рясне обростання стовбура плодовими утвореннями слугує доброю матеріальною основою для можливого формування високого врожаю. Цей потенціал дерева ефективно реалізовується за умов забезпечення його всім необхідним. Потенційна врожайність на рівні 400 т/га притаманна спуровим сортам і формам [77]. Рослини з проміжним типом плодоношення (компакт-спур) за оптимальних умов формують близько 200 т/га плодів [6]. До колон із проміжним типом плодоношення належать 'Таламон', 'Васюган', 'Медок'. Спуровий тип плодоношення буває тільки у компактів, у яких скелетні гілки рясно обростають укороченими плодовими утвореннями (spurs) [91, 92]. Спуровим сортам притаманна компактна форма крони з великим листовим апаратом, який забезпечує збільшення продуктивності фотосинтезу та ранній вступ у плодоношення. Пагони таких сортів укорочені, крона не загущена, скелетні гілки припідняті [49], що спрощує механізацію всіх процесів по

догляду за садом. Такий тип плодоношення добре виражений у колоноподібних сортів.

1.2.4.3. Сучасні методи дослідження продуктивності

На даний час існує велика кількість методів діагностики функціонального стану та потенційної продуктивності рослин. Науковці вказують на високу сприятливість процесу фотосинтезу до окислювальних пошкоджень [16]. Запропоновано розглядати роботу фотосинтетичного апарату як індикатор реакції рослин на екологічний тиск умов вирощування [3]. Сучасні біофізичні методи діагностування стану фотосинтетичних систем дають можливість оцінювати не лише кінцевий результат реакцій рослин на стрес, але й отримувати дані щодо проходження у ній процесів під час безпосередньої дії певного чинника [16]. Діагностування можливе завдяки здатності хлорофілів до зміни своїх оптичних властивостей. Останні споріднені з функціональними перебудовами у фотосинтетичних мембранах, викликаних дією того чи іншого чинника, і супроводжуються змінами інтенсивності флуоресценції листків у червоній ділянці спектра під час проходження світлових і темнових фаз фотосинтезу. Інформативні можливості флуоресцентних вимірювань розширюються ще більше при використанні модифікацій метода термоіндукції флуоресценції хлорофілів [81].

Емісія флуоресценції, у тому числі її фото- і термоіндуковані зміни, фіксуються за допомогою сучасних приладів у графічному вигляді. Аналіз отриманої індукційної кривої дозволяє діагностувати функціональний стан пластидного комплексу листків плодових рослин, зокрема яблуні, за різних рівнів впливу певних факторів середовища. За даними О.І. Китаєва та В.М. Пелехатого [25] із підвищенням рівня потенційної продуктивності яблуні відмічається послаблення термостабільності листків, що дозволяє проводити

тестування рослини щодо ефективності роботи фотосинтетичного апарату і потенційної продуктивності.

Дослідження О.І. Китаєва [26, 27], та інших науковців доводять можливість оцінювання потенційної продуктивності та адаптивності рослин до умов зони вирощування за показниками емісії флуоресценції [10]. Проте, велика кількість останніх (кілька десятків) і необхідність ув'язування фізіологічного сенсу кожного з них із практичними завданнями сортовивчення суттєво ускладнюють використання наукоємних люмінесцентних методів дослідження, у тому числі термоіндукції флуоресценції нативних хлорофілів. Науковець Д.Г. Макарова [48] висвітлює потребу у звуженні спектра флуоресцентних параметрів, особливо тих, що характеризують повільні фотосинтетичні реакції, до двох-трьох найбільш інформативних. Це, на думку авторки, дозволить більш точно оцінювати стабільність, ефективність роботи фотосинтетичного апарату, а також пов'язані із цим адаптивність і потенційну продуктивність плодових культур, у тому числі яблуні [48].

1.3. Особливості створення насаджень яблуні із колоноподібних сортів та їх модифікації

Минуло вже понад 50 років, як у різних країнах садоводи почали висаджувати яблуні колоноподібного типу. Поки лише деякі невеликі сади дерев колоноподібного типу є в Україні, Англії, Канаді, Голландії, Швеції та деяких інших країнах. Майже всі такі насадження закладено в наукових установах. Великі сади такого типу поки не висаджують через дві основні причини. По-перше, за якістю плодів колоноподібні сорти відстають від сортів-лідерів світового сортименту, таких як 'Джонаголд', 'Гала', 'Елстар', 'Голден Делішес', і на основних ринках плоди їх залишаються незатребуваними. По-друге, на закладання одного гектара колоноподібного саду йде 10-22 тис. шт. саджанців [5]. Разом з тим, вже за чотири роки дорогий колоноподібний сад повністю себе окупує (садіння + догляд за ці роки) і

починає давати врожаї, які щорічно перевищують врожаї 'Гали', 'Голден Делішеса', 'Скіфського золота' в п'ять-шість разів [11]. Здешевити закладання такого саду можна, використавши недорогий власний садивний матеріал, одержаний окуліривою клонових підщеп на постійному місці без пересаджування.

Габітус малогабаритних компактних колоноподібних дерев створює комфортні умови для ручної праці. Всі роботи в такому саду можна виконувати, стоячи на землі (без сходів, драбини). Мінімізується така трудомістка робота, як обрізка дерев; у звичайному плодоносному саду на неї припадає близько четверті всіх витрат [62, 63].

Колоноподібні сади бувають двох типів: або це товарний сад для отримання прибутку, або – аматорський сад на дачній ділянці. Формуються вони по-різному, хоча мають одну і ту ж біологічну основу. Спільне для них те, що колоноподібний сад являє собою земельну ділянку, густо засаджену плодовими деревами [64, 65].

Рекомендується закладати колоноподібний сад у вигляді стрічок [6]. Відстань між стрічками становить три метри, що забезпечує вільний прохід техніки. У стрічці пропонується розміщувати шість рядів з міжряддям 90 см і відстанню між рослинами в ряду 40 см. За такої схеми на гектарі висаджують 20-22 тис. шт. саджанців. Науковці рекомендують використовувати двострічкову схему садіння (2,5+0,9×0,4 м). Кількість дерев на 1 га за такої схеми становить 14705 шт [11].

Під час оцінювання у шкілці сіянців колоноподібних сортів є низка проблем. Виявити чи сіянець є колоною можна уже після двох тижнів після проростання гібридного насіння, але таке визначення може бути помилковим. Надійна перевірка фенотипу можлива через 2-3 роки [8], і навіть тоді класифікувати сіянець буде важко, оскільки існує багато проміжних фенотипів [8]. Близько 50% сіянців мають колоноподібний габітус [7], і це перш за все, залежить від підщепи та умов зростання [347, 445]. Від вибору підщепи залежить висота дерева, діаметр стовбура, кількість пагонів, початок

квітування [13]. Науковці В. Meulenbroek, J. Verhaegh та J. Janse висунули гіпотезу, що дефіцит дерев колоноподібного типу в потомстві може бути викликаний негативним впливом гена «Со» на життєздатність пилку та насіння. За даними В.В. Ситих, успадкування сили росту у гібридного потомства проявляється у перший рік, однак, за інформацією В.Є. Перфільєва, велика кількість сіянців на другий рік життя переходили із групи відносно слаборослих у групу сильнорослих і навпаки.

У 60-х рр. ХХ століття дослідники Іст-Моллінгської дослідної станції намагалися революціонізувати розмноження плодових дерев шляхом індукції мутацій у яблуні (*Malus domestica* Borkh.) і подальшого вивчення одержаних фенотипів, зосереджуючись на деревах типу «спур». Такий тип росту вперше було зафіксовано в 1920-х роках. Він характеризувався утворенням численних коротких плодових утворень замість великих бічних гілок. Однак тип спур — це тип плодоношення, а не тип росту [7].

Висловлюється думка, якщо найближчим часом вирощування садивного матеріалу, який реалізується за доступною ціною, буде налагоджено, колоноподібні сади вже в наступні декілька років можуть стати альтернативою для відомих суперінтенсивних насаджень, в яких вирощують плоди яблук як для ринку свіжої продукції, так і для промислової переробки [19].

У розділі I розглянуто морфологічні та біологічні особливості рослин колоноподібних сортів яблуні, їх походження і поширення у світі та Україні. Наведено і проаналізовано результати досліджень вітчизняних і зарубіжних науковців з різних питань щодо вирощування колоноподібних сортів яблуні. Детально розглянуто проблеми і переваги у порівнянні з традиційними сортами. Відзначено, що вивчення особливостей формування потенційної продуктивності колоноподібних сортів яблуні у світовій спільноті садівників нині є недостатнім та актуальним для науковців. Отже, подальші дослідження у цьому напрямку дадуть можливість приймати певні рішення щодо інтенсифікації плодових насаджень вітчизняного промислового садівництва.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика погодних умов та місця проведення досліджень

Дослідження проводилися протягом 2023–2024 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).

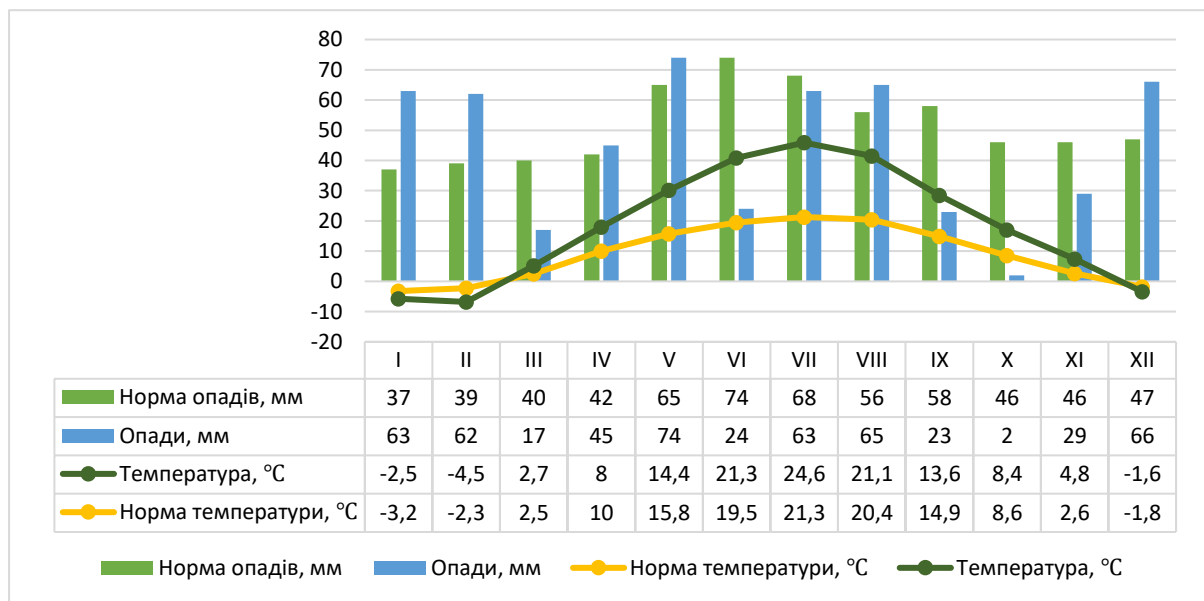


Рисунок 2.1.1 – Порівняльна характеристика багаторічних норм опадів та температури повітря з поточними даними по опадам і температурі повітря у 2021 р.

Найсудорішим місяцем у 2024 році в умовах Київської області України являвся лютий з середньою температурою мінус 4,6 °C, а найбільш сонячним та теплим був липень, коли середня температура становила +24,5 °C [6]. Середньорічна температура у даному районі складає 13,0 °C, а таж температура протягом багатьох років у липні тримається на рівні +21,1 °C, у січні – -3,2 °C (рис. 2.1.1).

Початок вегетаційного періоду (температура за добу не знижується менше ніж $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$) припадає на першу декаду квітня. В кінці ж квітня розпочинається активна фаза вегетації рослин, коли середньодобові температури не падають нижче $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (понад 160 діб). Сума активних температур за цей період протягом останніх 5 років коливається у межах 3200–3600 $^{\circ}\text{C}$. 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-середньопідзолений 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	NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ 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 лужногідролізованим азотом дуже низька (за Корнфільдом), а вміст рухомих сполук фосфору (за Чіріковим) – високий 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. Схема та методика дослідження

Дослідження проведено в польових умовах відповідно до «Методики проведення польових досліджень з плодовими культурами», 1996 р. [32].

Насадження яблуні які розташовані на території НЛ «плодоовочевий сад» були закладені у 2021 році. Схема садіння : 1×0,5. Насадження закладено на двої підщепаї М9 та 54-118.

Методи дослідження: польовий, узагальнення, порівняння, розрахунковий і метод математичної статистики.

Фізіологічні дослідження охоплювали визначення площі листкової пластинки ваговим методом з відбором висічок за методикою І.Г. Фулги [55]; Потенційну продуктивність та функціональну стабільність роботи фотосинтетичного апарату рослин досліджували люмінісцентним методом аналізу фото- і термоіндукції флуоресценції хлорофілу.

Силу квітування визначали за відношенням генеративних бруньок до загальної кількості бруньок. Корисну зав'язь підраховували як відношення кількості зав'язі після третьої хвили редуції елементів репродукції до кількості квіток [24]. Величину врожаю обліковували ваговим методом. Товарність плодів оцінювали за вимогами ДСТУ ЕСК 00Н FFV-50:2007 та ГСТу 01.1-37-59:2004.



Рисунок 2.2.1. Хронофлуорометр-*Floratest*



Рисунок 2.2.2. Проведення досліджень

процесів у листках.

Економічне обґрунтування ефективності досліджуваних варіантів здійснювали за методикою О.М. Шестопаля [64, 63].

У процесі статистичної обробки результатів польових і лабораторних вимірювань використовували дисперсійний і кореляційний аналіз з використанням інструментів програми Excel.

Експрес-діагностику стану рослин проводили за допомогою портативного хронофлуорометра «*Floratest*» (Рис. 2.2.), що дозволяло контролювати роботу фотосистеми 2 (PS2) (Kytaiev et al., 2005, 2008). Прилад розроблено Інститутом кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України. Даний прилад реєструє «криву Каутського» (індукційні зміни флуоресценції), форма якої повністю віддзеркалює перебіг процесів фотосинтезу в хлоропластах листків (Figure 2; Table 1) (Braion et al., 2000; Navryliuk et al., 2019). Рослинні зразки аналізували в третій декаді липня, у двадцятикратному повторенні у період, коли листкові пластинки повністю сформувались; тривалість циклу одного вимірювання становила 3 хв. (загалом 740 вимірювань). Під час оцінювання функціонального стану фотосинтетичного апарату за індукційними змінами флуоресценції хлорофілу використали комплекс параметрів, які дозволили проаналізувати зміни фотосинтетичних процесів у листках.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЇ ГЕНЕРАТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КОЛОНОПОДІБНИХ ЯБЛУНЬ

За інформацією В.В. Заморського [22] та інших науковців, продуктивність яблуні – це сукупність всієї органічної речовини, що утворюється під час процесу фотосинтезу, яку часто ототожнюють з урожайністю; остання є лише складовою частиною біологічної продуктивності. Перехід рослин яблуні із вегетативного стану в репродуктивний відбувається завдяки диференціації генеративних бруньок. Даний процес є ключовим у проблемі створення скороплідних насаджень із регулярним плодоношенням яблуні. Проходження його відбувається у період III-IV етапів органогенезу, тому етапи розглядаються як критичні, оскільки від умов навколишнього середовища у цей період залежить можливість переходу потенційних складових плодоношення до реального закладення квіток. На диференціацію генеративних бруньок впливають різні чинники як зовнішньої, так і внутрішньої природи: підщепа, вік і вид плодових утворень, вологозабезпеченість, мінеральне й органічне живлення, терміни та ступінь квітування, навантаження врожаєм.

Морфологія рослин колоноподібних сортів яблуні

Рослини колоноподібних сортів яблуні відрізняються від традиційних майже повною відсутністю бічного гілкування, формуванням урожаю на простих і складних кільцївках, які розташовуються на стовбурі дерева, а також карликовим типом росту, скороплідністю і високою врожайністю [72]. За нашими дослідженнями, стовбур колоноподібних сортів густо вкритий плодовими утвореннями, їх розташування на основному і єдиному стовбурі дерева у перші 5-7 років відбувається дуже рівномірно, пізніше багаторічні плодови утворення формуються скупчено, часто нерівномірно (рис. 3.1).



а



б

Рис 3.1. Характер розміщення плодкових утворень на стовбурі колоноподібних яблунь: а- симетричне (семирічні дерева ‘Болеро’), б- несиметричне (п’ятнадцятирічні дерева ‘Танцівниці’).



Рис. 3.2. Висота 3-річних рослин колоноподібного гібрида

Висота штамба в рослин усіх сортів незначна (близько 5-25 см) (Рис. 3.2).

У наших дослідженнях дерева колоноподібних сортів на середньорослій підщепі 54-118 та карликовій М.9 значно різнились за висотою, діаметром штамба, шириною крони та густотою розміщення плодових утворень на стовбурі.

Висота рослин.

Сорт Болеро: значно вищий на підщепі 54-118 (192,9 см), ніж на М.9 (148,2 см). Гібрид Михайлівське 9/110: також трохи вищий на 54-118 (101,7 см), ніж на М.9 (98,5 см), хоча різниця менш помітна. 3. Інші гібриди, вирощені тільки на підщепі М.9 (7/78 Вікторія, 11/15 і 11/1(2)), мають помірну висоту (134,3 см, 113,8 см і 113,6 см відповідно), що менше за більшість сортів на підщепі 54-118.

- Підщепа 54-118 дає більшу висоту для більшості сортів і гібридів, що може підходити для садів із потребою у вищих деревах.

- Підщепа М.9 знижує висоту, роблячи дерева компактнішими, що може бути зручним для інтенсивного садівництва та обмежених площ.

- Найвищими серед усіх є сорти Білосніжка і Болеро на підщепі 54-118, тоді як найнижчими є гібриди на підщепі М.9, зокрема Михайлівське 9/110 (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Параметри дерев колоноподібних сортів яблуні. 2024 рік.

	Сорт	Висота дерева, см	Діаметр штамба, см	Ширина крони, см	Кількість бруньок, шт./пог. м стовбура
54.118					
1.	Болеро (к)	192,9	3,9	26,1	54
2.	Спарга	158,1	3,5	24,5	51
3.	Фаворит	165,9	3,6	27,2	50
4.	Білосніжка	206,4	3,9	31,2	55
5.	Дюймовочка	157,9	3,5	27,1	42
6.	11/2(2)	109,0	2,4	28,2	47
7.	Михайлівське 9/110	101,7	3,1	26,4	41
8.	11/15(2)	142,7	3,2	23,5	41
9.	9/78 Вікторія	111,5	3,5	20,1	52
М.9					
1.	Болеро	148,2	2,9	19,6	45
2.	Михайлівське 9/110	98,5	2,5	19,7	37
3.	11/1(2)	113,6	2,5	20,1	37
4.	11/15(2)	113,8	2,3	20,3	35
5.	7/78 Вікторія	134,3	2,2	19,7	41

Діаметр штамба.

Гібрид Михайлівське 9/110 має діаметр штамба 3,1 см на підщепі 54-118 і 2,5 см на підщепі М.9, що також свідчить про зменшення діаметра. Інші гібриди на підщепі М.9 (7/78 Вікторія, 11/15, 11/1(2)) мають відносно невеликі діаметри штамба (від 2,2 см до 2,5 см), що менше, ніж більшість сортів і гібридів на підщепі 54-118.

- Підщепа 54-118 сприяє більшому діаметру штамба, особливо у сортів Болеро та Білосніжка.

- Підщепа М.9 значно знижує діаметр штамба, роблячи його компактнішим, що може бути корисним у щільних садах.

- Сорти загалом мають товстіші штамби, ніж гібриди, як на підщепі 54-118, так і на М.9, хоча на 54-118 це більш виражено.

Ширина крони.

Сорт Болеро на підщепі 54-118 має ширину крони 26,1 см, тоді як на М.9 – 19,6 см, що вказує на суттєве зменшення. Гібрид Михайлівське 9/110 також має значно меншу ширину на М.9 (19,7 см) порівняно з підщепою 54-118 (26,4 см). Інші гібриди на підщепі М.9 (11/15, 11/1(2), 7/78 Вікторія) мають помірну ширину крони (19,7 см – 20,3 см), що є значно менше, ніж у більшості сортів на підщепі 54-118.

- Підщепа 54-118 сприяє ширшій кроні, особливо у сортів Білосніжка, Фаворит і Дюймовочка, що може бути бажаним у великих просторах саду.

- Підщепа М.9 значно зменшує ширину крони, що може підходити для компактного розміщення рослин.

- Сорти на підщепі 54-118 мають ширші крони порівняно з гібридами на М.9, де ширина значно зменшується, особливо у сорту Болеро і гібридів з показниками менше 20 см.

Кількість бруньок, шт./пог.

На підщепі 54-118 найбільшу кількість бруньок на погонний метр мають сорти, зокрема Білосніжка (55 бруньок) та Болеро (54 бруньки). Серед гібридів найвищу щільність бруньок має гібрид 9/78 Вікторія (52 бруньки), тоді як деякі гібриди, такі як Михайлівське 9/110 та 11/15(2), мають меншу кількість бруньок (41 брунька).

На підщепі М.9 усі сорти та гібриди мають меншу щільність бруньок порівняно з підщепою 54-118. Найбільша кількість бруньок у сорту Болеро (45 бруньок), тоді як у гібриду 11/15 – лише 35 бруньок.

Сорт Болеро на підщепі 54-118 має більше бруньок (54 бруньки) порівняно з підщепою М.9 (45 бруньок). Гібрид Михайлівське 9/110 має 41 бруньку на

підщепі 54-118 та 37 на М.9, що також свідчить про зниження щільності. Інші гібриди на М.9 (11/1(2), 11/15, 7/78 Вікторія) мають помірну щільність бруньок (35–41 брунька), значно меншу, ніж більшість сортів і гібридів на підщепі 54-118.

- Підщепа 54-118 забезпечує вищу кількість бруньок на погонний метр, особливо для сортів Білосніжка та Болеро.

- Підщепа М.9 зменшує щільність бруньок, що може бути корисним для контролю розміру дерев у компактних насадженнях.

- Сорти загалом мають більшу щільність бруньок, ніж гібриди, особливо на підщепі 54-118, що може свідчити про більший потенціал для плодоношення.

Отже, в залежності від сорту варіюють такі параметри дерев як висота, діаметр штамба та ширина крони. Зі збільшенням висоти дерев збільшується кількість плодових утворень на рослині, у результаті чого підвищується потенційна можливість одержання більш вищого врожаю.

РОЗДІЛ 4. ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ КОЛОНОПОДІБНИХ ЯБЛУНЬ

4.1. Показники потенційної продуктивності колоноподібних яблунь

Продуктивність є однією з основних господарсько-біологічних властивостей сорту яблуні, саме вона характеризує цінність і економічну доцільність сорту. Комплексне оцінювання сортів яблуні різного еколого-географічного походження, що передбачало вивчення всіх її складових, дало можливість визначити продукційний потенціал сортів і виділити щорічно плодоносні та врожайні. Всі компоненти продуктивності характеризувалися певними кількісними та якісними параметрами, варіювали в залежності від біологічних особливостей сорту та умов року.

Провідну роль у формуванні потенційної продуктивності яблуні займає фотосинтезувальна діяльність листкової поверхні рослин. Основним пігментом рослинної клітини, який має здатність флуоресціювати, є хлорофіл [3]. Основою широкого використання методу “індукції флуоресценції хлорофілу” (ІФХ) у вивченні фотосинтезу стала достатня чутливість до змін ІФХ [15], які відбуваються у фотосинтезувальному апараті під час адаптації до різних умов довкілля [79]. Теорія методу індукції флуоресценції викладена в численних оглядах і монографіях [81]. Інтенсивність флуоресценції хлорофілу змінюється залежно від стану фотосинтезувального апарату. Виявлено зв’язок між інтенсивністю флуоресценції нативного хлорофілу та фотосинтетичними реакціями, що дає можливість застосувати цей метод при визначенні потенційної продуктивності рослин.

Поглинуте пігментним комплексом у первинних фотофізіологічних процесах випромінювання перетворюється переважно в хімічну енергію, інша його частина розсіюється у вигляді тепла, а також випромінюється у вигляді

флуоресценції. Чим ефективніше працює фотосинтезувальний апарат, тим інтенсивність флуоресценції менша.

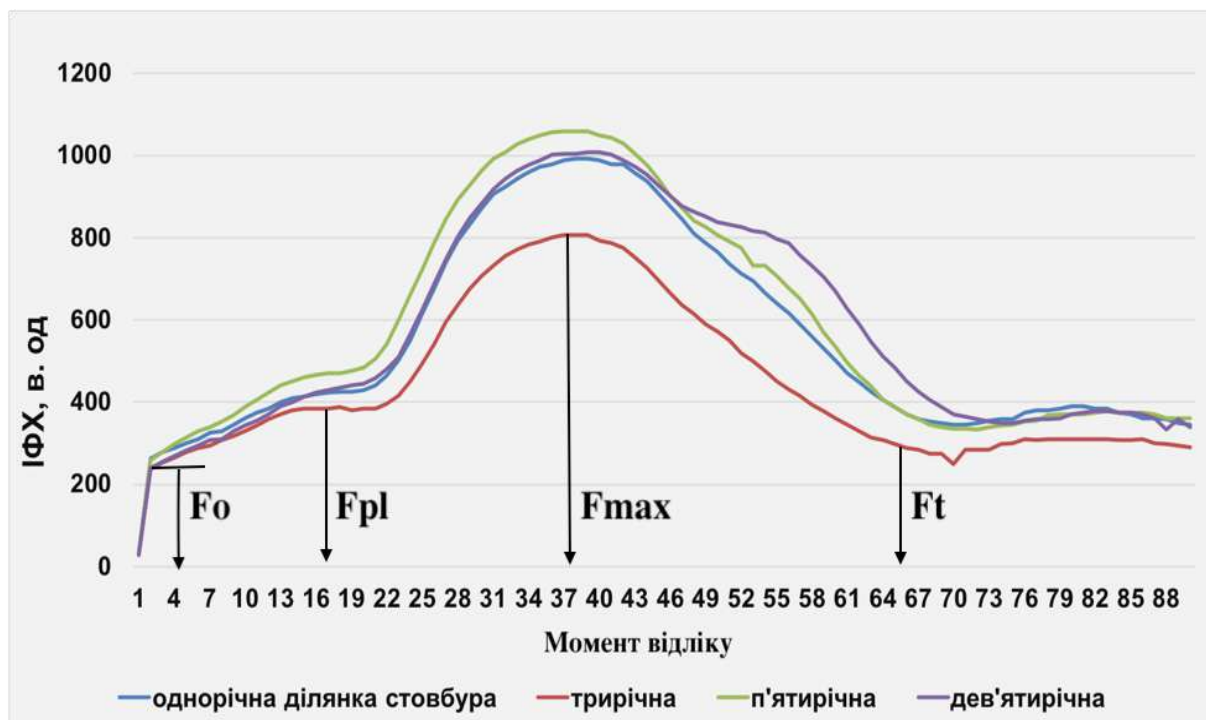
У рослин колоноподібних сортів яблуні ‘Дюймовочка’ та ‘Білосніжка’ фоновий рівень флуоресценції (F_0) листків був нижчий, ніж у контрольного сорту ‘Болеро’; в інших сортів — на рівні контролю, що свідчить про збільшення в їхніх листках кількості хлорофілу, який не бере участі у фотосинтетичному перенесенні енергії на реакційні центри (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Показники функціональної активності пігментного комплексу
листоків яблуні (2024 р.).**

Сорт (варіант)	Показники функціонального стану листкової поверхні				
	F_0 , в. од.	F_{max} , в. од.	F_0 / F_{max} , %	K_i	Rfd
54.118					
Болеро (к)	311	1160	27	0,721	1,94
11/2(2)	316	1218	27	0,731	2,13
Білосніжка	267	1044	26	0,740	1,97
Дюймовочка	279	1035	27	0,723	1,78
Спарта	321	1222	26	0,733	2,19
Танцівниця	292	1076	27	0,727	1,91
Михайлівське 9/110	323	1204	27	0,728	2,11
Фаворит	311	1209	26	0,731	2,05
11/15(2)	307	1166	26	0,732	1,98
9/78 Вікторія	308	1128	28	0,720	2,11
НІР ₀₅	21,9	113,2	-	0,0288	0,190
М.9					
Болеро	279	1035	27	0,719	1,88
Михайлівське 9/110	299	1124	27	0,732	1,76
11/1(2)	301	1120	26	0,732	1,81
11/15	304	1145	26	0,729	1,85
7/78 Вікторія	298	1075	28	0,718	1,95
НІР ₀₅	20,9	110,3	-	0,2717	0,192

Показник F_{max} характеризує найвищий рівень флуоресценції хлорофілу a (Chla) і зображується у вигляді максимуму на індукційній кривій. За даними багаторічних досліджень лабораторії фізіології рослин ІС НААН, оптимальним для листків яблуні є рівень фонові флуоресценції, що становить не більше 20-25 % від максимального значення флуоресценції (F_{max}). В усіх досліджуваних сортів колоноподібних яблунь пігментний комплекс листя функціонує активно, хоча показник (F_0 / F_{max}) дещо підвищений — 26-28 % (рис. 4.1). Причинами цього може бути вплив посухи на рослини (насадження незрошене).



Примітка: момент відліку - 90 показників протягом трьох хвилин.

Рис. 4.1. Індукційні зміни флуоресценції хлорофілу у листках рослин сорту 'Болеро'

Для діагностики потенційної продуктивності сортів використовували інформаційний показник індукції флуоресценції хлорофілу — коефіцієнт індукції (K_i), який характеризує функціональну активність листків та є індикаторним показником впливу на рослину екзогенних чинників.

Встановлено, що чим більший K_i , тим краще відбувається поглинання CO_2 та є вищою інтенсивність фотосинтезу. Зниження значень показника K_i зумовлено пригніченням $\Phi C II$ й зменшенням частки реакційних центрів цієї системи, не здатних до відновлення [15]. За отриманими нами даними, K_i листків колоноподібних сортів у третій декаді липня коливався у межах 0,720-0,740, що вказує на високий рівень ефективності фотофізичних процесів поблизу реакційних центрів $\Phi C II$.

Враховуючи те, що коефіцієнт індукції флуоресценції хлорофілу характеризує функціональну активність листків, і що з його допомогою можливо діагностувати потенційну продуктивність плодкових утворень рослин, відзначили, що вона в усіх сортів знаходилась на високому рівні. При цьому найвищий рівень потенційної продуктивності наприкінці липня за величиною K_i спостерігався в рослин сорту 'Білосніжка'. Істотної різниці в ефективності світлової фази фотосинтезу в листках досліджуваних сортів у порівнянні з контролем ('Болеро') не було виявлено.

Коефіцієнт адаптивності або «індекс життєздатності» (Rfd) характеризує ефективність фотосинтетичних процесів [26] тому ми використовували його для оцінювання впливу умов вирощування на стан рослини. Зниження розрахункового показника Rfd до 1,47-1,91 свідчить про негативний вплив умов зростання або можливої дію стресового чинника на ефективність перебігу циклу Кальвіна. Для рослин колоноподібних сортів у третій декаді липня індекс життєздатності перебував у межах 1,78-2,19. Ефективність фотосинтетичних процесів за коефіцієнтом адаптивності у рослин сорту 'Дюймовочка' у третій декаді липня слід віднести до низької. За допомогою детального аналізу результатів даного дослідження встановлено, що окремо взяті вікові ділянки стовбура дерев формують різний потенціал продуктивності.

4.2. Загальна листкова поверхня та рівень чистої продуктивності фотосинтезу листків

Найбільшим розміром листкової пластинки на плодкових утвореннях характеризувалися дерева сорту 'Білосніжка' (25,6 см²), досить великим він був у гібридів Михайлівське 9/110 (20,4 см²) та 11/15(2) (20,3см²) (табл. 4.4).

Таблиця 4.2

Характеристика листків дерев колоноподібних сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу (підщепа 54.118)

Сорт	Параметри листя				
	Середня площа листкової пластинки, см ²	на 1 плід, см ²	на 100 грамів плоду, см ²	кількість листків на 1 плід, шт.	кількість листків на 100 грамів плоду, шт.
Білосніжка	25,6	1810,6	795,1	70,7	31,1
Болеро (к)	18,2	490,5	311,9	27,0	17,3
Фаворит	18,0	311,4	199,6	17,3	11,1
9/78 Вікторія	18,0	300,7	199,3	16,7	11,1
Спарта	18,8	1046,7	580,7	55,7	31,3
11/2(2)	18,4	1024,7	577,7	55,7	30,2
11/15(2)	20,3	1386,1	743,2	68,3	36,6
Дюймовочка	19,3	1378,2	739,1	71,4	35,2
Михайлівське 9/110	20,4	1031,1	569,6	50,5	31,1
НІР ₀₅	4,25	833,06	381,61	35,81	16,81

На один плід найбільша кількість листкової поверхні припадала у сорту Білосніжка (1810,6 см²). Істотно менша площа листкової поверхні припадала на формування одного плоду у сорту Фаворит (311,4 см²), Болеро (490,5 см²) та гібриду 9/78 Вікторія (300,7см²).

На формування 100 грам плоду найбільша кількість листкової поверхні використовувалась у сорту Білосніжна (795,1 см²) та гібриду Дюймовочка (739,1 см²). Істотно нижчі показники були у сорту Фаворит (199,6 см²) та гібриду 9/78 Вікторія (199,3 см²).

За даними А.С. Овсяннікова [96] за використання 50 % асимілятів на урожай для формування плоду масою 100 грамів потрібно 340-504 см² асиміляційної поверхні. Отже, формування оптимальної площі листя з високою асиміляційною здатністю для кожного агроценозу є одним із ключових факторів його високої продуктивності. Контроль цього процесу через агротехнічні заходи може стати основою. Виходячи із цього бачимо, що сорти Білосніжка та Спарта, а також гібриди 11/2(2), 11/15(2), Дюймовочка, Михайлівське 9/110 володіють великою кількістю асиміляційної поверхні.

РОЗДІЛ 5. ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ В УРОЖАЙ

5.1. Сила квітування колоноподібних сортів яблуні

Сила квітування 13-22 % є оптимальною для звичайних сортів яблуні та цілком забезпечує одержання щорічних товарних урожаїв. Дослідження сили квітування у всіх колоноподібних сортів показало їх варіювання за роками (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Сила квітування колоноподібних сортів та гібридів. Підщепа 54.118

Сорт	Сила квітування, %	
	2023	2024
Білосніжка	21,2	24,3
Болеро (к)	35,2	39,4
Фаворит	27,6	32,2
9/78 Вікторія	27,5	28,6
Спарта	23,4	27,5
11/2(2)	30,2	32,2
11/15(2)	17,2	19,2
Дюймовочка	10,2	15,2
Михайлівське 9/110	15,2	17,2
НІР ₀₅	5,4	13,2

Так, сила квітування дерев сорту ‘Болеро’ та гібриду 11/15(2) у 2023 році була дуже високою і становила 30,2—35,2%. На другий рік дослідження сила квітування усіх досліджуваних сортів коливалась від 15,2 до 39,4 %, найбільша вона була у ‘Болеро’, найменшою – у гібридів Дюймовочка та Михайлівське 9/110.

За даними Т.Є. Кондратенко [38], у разі рясного закладання генеративних бруньок (сила квітування 35-40 % і більше) догляд за насадженнями звичайної яблуні виконують таким чином: взимку і рано

навесні проводять сильне обрізування, омолодження плодушок, а у період квітування і в наступні два тижні виконують нормування квіток або зав'язі. Приріст пагонів у більшості сортів колоноподібного типу мінімальний, тому нормування потрібно проводити зменшенням кількості квіток та зав'язі з обрізкою складних розгалужень плодових утворень. Ці рекомендації слід обов'язково враховувати під час догляду за рослинами колоноподібних сортів.

У наших дослідженнях у 2023 та 2024 роках сила квітування була високою, що у подальшому може призвести до періодичності плодоношення. Але із даних Гаврилюка О.С. [6] періодичність плодоношення може не проявлятися у деяких сортах навіть при силі квітування 30%.

5.2. Ступінь зав'язування плодів

Однією з особливостей генеративного розвитку яблуні є створення великої кількості зав'язі, але для закладання врожаю рослина використовує лише невелику частину, близько 5-12 % від загальної кількості квіток на дереві [97]. Обсипання зав'язі проходить в декілька етапів — одразу після квітування опадає орієнтовно 3-5 % зав'язі, під час «червневого обсипання» — від 80 до 85 %. На дереві залишається лише корисна зав'язь [98]. Рівень обсипання зав'язі залежить від таких факторів як сила квітування, рівень зволоженості ґрунту і повітря, ступінь запилення квіток, обрізка в минулому сезоні, мінеральне живлення [6]. Збереження на дереві понад 20 % зав'язі негативно впливає на гормональний баланс у рослині (ауксини/цитокініни), що веде до зменшення навантаження плодами дерев в наступний період вегетації.

За результатами наших досліджень у 2023 році визначено, що найбільша кількість зав'язі збереглась на кільцївках рослин сорту 'Болеро' та гібриду 9/78 Вікторія, найменша – у гібридів 11/2(2) та Михайлівське 9/110 (табл. 5.2).

Ступінь зав'язування плодів на деревах колоноподібних сортів.

Сорт	Корисна зав'язь, %	
	2023	2024
Білосніжка	10,1	12,3
Болеро (к)	15,1	16,2
Фаворит	10,3	12,3
9/78 Вікторія	14,2	15,6
Спарта	10,3	11,2
11/2(2)	5,2	9,2
11/15(2)	9,6	10,2
Дюймовочка	9,2	10,2
Михайлівське 9/110	7,2	9,2
НІР ₀₅	3,2	4,1

За результатами наших досліджень у 2024 році визначено, що найбільша кількість зав'язі збереглась на кільцївках рослин сорту 'Болеро' (16,2%) та гібриду 9/78 Вікторія (15,6%), найменша – у гібридів 11/2(2) та Михайлівське 9/110 (табл. 5.2).

5.3. Маса, одномірність та товарна якість плодів

Поряд з біологічними особливостями росту і розвитку рослин яблуні, стійкістю до абіотичних та біотичних факторів, продуктивністю, особливим показником сорту який визначає його популярність є якість плодів (маса, розмір, форма плода).

В Україні товарні якості яблук визначають згідно нормативного документа ДСТУ ЕСК 00Н FFV - 50:2007. Більшість досліджуваних сортів яблуні протягом років формували плоди середньої та вище середньої маси (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Характеристика плодів колоноподібних сортів та гібридів яблуні,
середнє за 2023-2024 рр.**

Сорт	Середня маса плоду, г	Середній поперечний діаметр, мм
Білосніжка	261	99
Болеро (к)	162	75
Фаворит	175	79
9/78 Вікторія	161	83
Спарта	172	74
11/2(2)	151	66
11/15(2)	145	62
Дюймовочка	143	65
Михайлівське 9/110	151	69
НІР ₀₅	6,8	2,0

За масою плодів усі сорти колоноподібної яблуні, які досліджувались, розподілено на три групи:

- Сорти із середньою масою плоду — 110-150 грамів: Дюймовочка, 11/15(2)
- Сорти з вище середньою масою плодів — 151-200 грамів: Михайлівське 9/110, 11/2(2), 9/78 Вікторія, Спарта, Фаворит, Болеро.
- Сорти з великою масою плодів — понад 200 грамів — ‘Білосніжка’.

Діаметр плодів яблуні також варіював залежно від сорту в межах 61,0-99,0 мм. За діаметром плодів колоноподібні сорти яблуні розподілено також на три групи:

- із малим діаметром плоду — 11/15(2) (62 мм).
- із середнім діаметром — Болеро, Фаворит, 9/78 Вікторія, Спарта, 11/2(2), Дюймовочка, Михайлівське 9/110.
- із великим діаметром — ‘Білосніжка’.



a



b

Рис. 5.3. Фото плодів колоноподібних сорту Болеро (а) та гібрида 9/78 Вікторія (b).

5.4. Урожайність колоноподібних сортів яблуні

Урожайність, як основний компонент продуктивності рослини, є властивістю сорту, яка залежить і від умов вирощування, та визначає перспективність і економічну ефективність його культивування [41, 37]. У кожному регіоні врожайність яблуні формується під впливом погодних чинників та їх взаємодії й зазвичай розглядається як сума складових [48].

Аналіз урожайності колоноподібних сортів яблуні показав, що уже на 2 рік після посадки колоноподібні сорти та гібриди формували урожайність на рівні 0,7-3,1 кг на рослину; на третій рік після посадки урожайність була на рівні 1,5-4,2 кг на рослину.

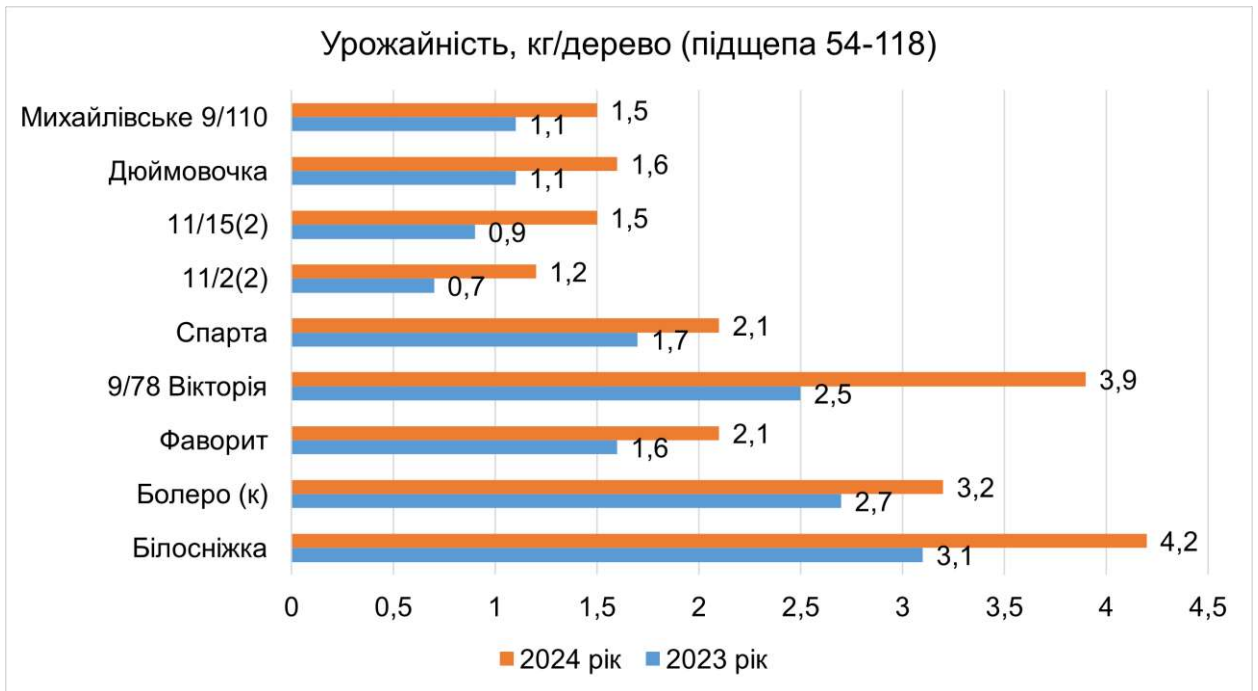


Рис. 5.4. Урожай із дерева

За інформацією Німецького науково-дослідного центру Гейзенгайму, розрахункова врожайність одного погонного метра вісі дерева колоноподібних сортів яблуні становить 5 кг [99]. У наших дослідженнях з одного погонного метра вісі стовбура яблунь 9/78 Вікторія на підщепі 54.118 було зібрано 3,50 кг. плодів, що є нижчим за розрахунковий показник німецьких дослідників. На підщепі М.9 сорт 'Болеро' та гібрид 9/78 Вікторія формували на метр погонний плодоносної зони стовбура 2,16 та 2,90 кг. плодів відповідно.

Таблиця 5.4.1.

Урожайність колоноподібних сортів та гібридів у розрахунку на метр погонний плодоносної зони стовбура, 2024 рік

Сорт/гібрид	На підщепі 54.118	На підщепі М.9
Білосніжка	2,03	-
Болеро (к)	1,66	2,16
Фаворит	1,27	-
9/78 Вікторія	3,50	2,90
Спарта	1,33	-
11/2(2)	1,10	1,06
11/15(2)	1,05	1,32
Дюймовочка	1,01	-
Михайлівське 9/110	1,47	1,52

У розрахунку на гектар урожайність у 2023 році коливалась у межах від 14,2 т/га (гібрид 11/2(2)) до 62,2 т/га (сорт 'Білосніжка').

У розрахунку на гектар урожайність у 2024 році коливалась у межах від 24,2 т/га (гібрид 11/2(2)) до 84,4 т/га (сорт 'Білосніжка').

За урожайністю усі сорти та гібриди колоноподібної яблуні, які досліджувались, на третій рік плодоношення розподілено на три групи:

- Високоврожайні сорти — понад 40 т/га: Білосніжка, 9/78 Вікторія та Болеро;
- Урожайні — 25-40 т/га: Фаворит, Спарта, 11/15(2), Дюймовочка, Михайлівське 9/110
- Середньоврожайні — 15-25 т/га: 11/2(2)

Жоден із сортів чи гібридів ми не можемо віднести до маловрожайних так як їх продуктивність на третій рік після посадки була вищою пона 15 т/га.

Урожайність колоноподібних сортів та гібридів, 2024 рік, сзема садіння 0,5×1,0 м.

Сорт/гібрид	2023 рік, т/га	2024 рік, т/га
Білосніжка	62,2	84,4
Болеро (к)	54,2	64,2
Фаворит	32,4	42,6
9/78 Вікторія	50,2	78,2
Спарта	34,6	42,4
11/2(2)	14,2	24,2
11/15(2)	18,4	30,2
Дюймовочка	22,2	32,4
Михайлівське 9/110	22,4	30,2

Порівняльний аналіз урожайності колоноподібних сортів та гібридів яблуні в умовах Лісостепу України засвідчив високий продукційний потенціал досліджуваних сортів. При вирощуванні їх за інтенсивними технологіями, що припускають використання слаборослих клонових підщеп та більш щільних схем садіння урожайність садів із «колонами» може сягати понад 200 т/га [5, 6]. Врахування конкретних екологічних, кліматичних і погодних умов зони вирощування і результатів дослідження щодо біологічних особливостей, урожайності, періодичності плодоношення вищевказаних досліджуваних сортів та гібридів дасть можливість садоводам управляти, корегувати й прогнозувати продуктивність інтенсивних садів із «колон».

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЯБЛУНІ

Щоб зрозуміти, чи варто вирощувати новий сорт рослин у великих масштабах, потрібно оцінити, наскільки він економічно вигідний. Головними показниками тут є якість плодів та врожайність. Як зазначає О.М. Шестопад [64], щоб отримувати високий прибуток, потрібно виробляти продукцію, яка буде кращою за якістю та ціною, ніж у конкурентів. Тому повна економічна оцінка сорту є надзвичайно важливою [64].

Для визначення виробничих витрат на вирощування колоноподібних яблунь у період плодоношення ми використали типові технологічні карти, розроблені науковцями Інституту садівництва НААН України. Розрахунок проводився на основі середньої собівартості робіт у 2024 році. Для оцінки ефективності виробництва ми врахували фактичні дані про врожайність та якість продукції за 2023-2024 роки. Фінансову оцінку отриманої продукції здійснено за середніми ринковими цінами 2024 року. У наших розрахунках ми прийняли умовну норму конвертації продукції у грошовий еквівалент – 11,00 -13,00 гривень за кілограм яблук вищого, першого та другого ґатунків та одну гривню за кілограм нестандартних плодів.

Виробничі витрати за схеми садіння 0,5×1м становили від 313,19 до 420,32 тис. грн на один гектар (табл. 6.1).

При вирощуванні яблуні за фактичної схеми садіння (0,5×1 м) колоноподібні сорти Болеро, Спарта, Фаворит, Білосніжка та гібрид 9/78 Вікторія забезпечували початок одержання прибутку на 3 рік після садіння рослин з рентабельністю 4-163 % залежно від сорту.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування колоноподібних сортів яблуні (насадження 2021р. садіння, схема садіння 0,5×1 м, підщепа 54-118)

Показник	Сорт								
	Болеро	Спарга	Фаворит	Білосніжка	9/78 Вікторія	11/2(2)	11/15(2)	Дюймовочка	Михайлівське 9/110
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Урожайність, т/га (середнє за 2023-2024 рр.)	59,2	38,5	37,5	73,3	64,2	19,2	24,3	27,3	26,3
Вихід плодів вищого, I, II гатунку, т/га	50,91	34,39	29,37	65,24	63,13	16,45	20,49	23,02	22,18
Виробничі витрати на 1 га саду, тис. грн.	345,25	370,03	341,61	313,19	340,31	384,5	389,65	420,32	390,21
витати на реалізацію	34,53	37,00	34,16	31,32	34,03	38,45	38,97	42,03	39,02

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
повна собівартість	379,78	407,03	375,77	344,51	374,34	422,95	428,62	462,35	429,23
ціна за вищий сорт	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Ціна реалізації 1 т плодів, тис. грн.	11,32	11,72	10,40	11,68	12,80	11,28	11,12	11,12	11,12
Виручка від реалізації плодів, тис. грн.	670,14	451,20	389,99	856,14	821,73	216,58	270,21	303,57	292,45
Прибуток з 1 га, тис. грн.	290,37	44,17	14,21	511,64	447,39	-206,37	-158,41	-158,79	-136,79
Собівартість 1 т плодів, тис. грн.	6,4	10,6	10,0	4,7	5,8	22,0	17,6	16,9	16,3
Рівень рентабельності, %	84	12	4	163	131	-54	-41	-38	-35

Один гектар насадження, за фактичної схеми садіння, за щорічної середньої урожайності 37,5-73,3т/га забезпечив одержання прибутку 14,21-447,39 тис. грн. уже на третій рік від висадки рослин. При цьому рівень рентабельності виробництва становив 78-111 %.

Капітальні вкладення на створення 1 га насаджень колоноподібних яблунь у 2020 році за схеми садіння 0,1×0,5 – понад 4,4 млн. грн. Ціна реалізації однієї тони яблук залежно від сорту дорівнювала 10,40 -12,80 тис. грн.

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

ВИСНОВКИ

Вистота рослин. Підщепа 54-118 дає більшу висоту для більшості сортів і гібридів, що може підходити для садів із потребою у вищих деревах. Підщепа М.9 знижує висоту, роблячи дерева компактнішими, що може бути зручним для інтенсивного садівництва та обмежених площ. Найвищими серед усіх є сорти Білосніжка і Болеро на підщепі 54-118, тоді як найнижчими є гібриди на підщепі М.9, зокрема Михайлівське 9/110.

Діаметр штамба. Підщепа 54-118 сприяє більшому діаметру штамба, особливо у сортів Болеро та Білосніжка. Підщепа М.9 значно знижує діаметр штамба, роблячи його компактнішим, що може бути корисним у щільних садах. Сорти загалом мають товстіші штамби, ніж гібриди, як на підщепі 54-118, так і на М.9, хоча на 54-118 це більш виражено.

Ширина крони. Підщепа 54-118 сприяє ширшій кроні, особливо у сортів Білосніжка, Фаворит і Дюймовочка, що може бути бажаним у великих просторах саду. Підщепа М.9 значно зменшує ширину крони, що може підходити для компактного розміщення рослин. Сорти на підщепі 54-118 мають ширші крони порівняно з гібридами на М.9, де ширина значно зменшується, особливо у сорту Болеро і гібридів з показниками менше 20 см.

Кількість бруньок, шт./пог. Підщепа 54-118 забезпечує вищу кількість бруньок на погонний метр, особливо для сортів Білосніжка та Болеро. Підщепа М.9 зменшує щільність бруньок, що може бути корисним для контролю розміру дерев у компактних насадженнях. Сорти загалом мають більшу щільність бруньок, ніж гібриди, особливо на підщепі 54-118, що може свідчити про більший потенціал для плодоношення.

Враховуючи те, що коефіцієнт індукції флуоресценції хлорофілу характеризує функціональну активність листків, і що з його допомогою можливо діагностувати потенційну продуктивність плодкових утворень рослин, відзначили, що вона в усіх сортів знаходилась на високому рівні. При цьому найвищий рівень потенційної продуктивності наприкінці липня за

величиною K_i спостерігався в рослин сорту 'Білосніжка'. Істотної різниці в ефективності світлової фази фотосинтезу в листках досліджуваних сортів у порівнянні з контролем ('Болеро') не було виявлено.

Для рослин колоноподібних сортів у третій декаді липня індекс життєздатності перебував у межах 1,78-2,19. Ефективність фотосинтетичних процесів за коефіцієнтом адаптивності у рослин сорту 'Дюймовочка' у третій декаді липня слід віднести до низької. За допомогою детального аналізу результатів даного дослідження встановлено, що окремо взяті вікові ділянки стовбура дерев формують різний потенціал продуктивності.

Найбільшим розміром листкової пластинки на плодovих утвореннях характеризувалися дерева сорту 'Білосніжка' (25,6 см²), досить великим він був у гібридів Михайлівське 9/110 (20,4 см²) та 11/15(2) (20,3 см²) (табл. 4.4).

На один плід найбільша кількість листкової поверхні припадала у сорту Білосніжка (1810,6 см²). Істотно менша площа листкової поверхні припадала на формування одного плоду у сорту Фаворит (311,4 см²), Болеро (490,5 см²) та гібриду 9/78 Вікторія (300,7 см²).

На формування 100 грам плоду найбільша кількість листкової поверхні використовувалась у сорту Білосніжна (795,1 см²) та гібриду Дюймовочка (739,1 см²). Істотно нижчі показники були у сорту Фаворит (199,6 см²) та гібриду 9/78 Вікторія (199,3 см²).

Сила квітучання дерев сорту 'Болеро' та гібриду 11/15(2) у 2023 році була дуже високою і становила 30,2—35,2%. На другий рік дослідження сила квітучання усіх досліджуваних сортів коливалась від 15,2 до 39,4 %, найбільша вона була у 'Болеро', найменшою – у гібридів Дюймовочка та Михайлівське 9/110.

За результатами наших досліджень у 2023 році визначено, що найбільша кількість зав'язі збереглась на кільцївках рослин сорту 'Болеро' та гібриду 9/78 Вікторія, найменша – у гібридів 11/2(2) та Михайлівське 9/110 (табл. 5.2).

За результатами наших досліджень у 2024 році визначено, що найбільша кількість зав'язі збереглась на кільцївках рослин сорту 'Болеро' (16,2%) та

гібриду 9/78 Вікторія (15,6%), найменша – у гібридів 11/2(2) та Михайлівське 9/110 (табл. 5.2).

За масою плодів усі сорти колоноподібної яблуні, які досліджувались, розподілено на три групи: Сорти із середньою масою плоду — 110-150 грамів: Дюймовочка, 11/15(2); Сорти з вище середньою масою плодів — 151-200 грамів: Михайлівське 9/110, 11/2(2), 9/78 Вікторія, Спарта, Фаворит, Болеро; Сорти з великою масою плодів — понад 200 грамів — ‘Білосніжка’.

Аналіз урожайності колоноподібних сортів яблуні показав, що уже на 2 рік після посадки колоноподібні сорти та гібриди формували урожайність на рівні 0,7-3,1 кг на рослину; на третій рік після посадки урожайність була на рівні 1,5-4,2 кг на рослину.

За урожайністю усі сорти та гібриди колоноподібної яблуні, які досліджувались, на третій рік плодоношення розподілено на три групи: Високоврожайні сорти — понад 40 т/га: Білосніжка, 9/78 Вікторія та Болеро; Урожайні — 25-40 т/га: Фаворит, Спарта, 11/15(2), Дюймовочка, Михайлівське 9/110; Середньоврожайні — 15-25 т/га: 11/2(2).

При вирощуванні яблуні за фактичної схеми садіння (0,5×1 м) колоноподібні сорти Болеро, Спарта, Фаворит, Білосніжка та гібрид 9/78 Вікторія забезпечували початок одержання прибутку на 3 рік після садіння рослин з рентабельністю 4-163 % залежно від сорту.

Один гектар насадження, за фактичної схеми садіння, за щорічної середньої урожайності 37,5-73,3т/га забезпечив одержання прибутку 14,21-447,39 тис. грн. уже на третій рік від висадки рослин. При цьому рівень рентабельності виробництва становив 78-111 %.

Рекомендації виробництву

Колоноподібні сорти яблуні — ‘Болеро’, ‘Фавори’, ‘Білосніжка’ і ‘Танцівниця’ рекомендуємо для виробничого випробування у промислових насадженнях яблуні у Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барабаш, О. І., Китаєв, О. І., & Дубровський, В. І. (2000). Оцінка посухо-та жаростійкості однорічних сортопідщепних комбінувань яблуні за функціональним станом їх листкового апарату. *Садівництво*, (51), 246-251.
2. Брайон, О. В., Корнеєв, Д. Ю., Снегур, О. О., & Китаєв, О. І. (2000). Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу: *Методичні вказівки для студентів біологічного факультету*. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 25.
3. Брайон, О.В. (2003). Використання флуоресцентної мікроскопії для визначення морозостійкості рослин. *Проблеми моніторингу у садівництві. Київ. Аграрна наука*. 159-160.
4. Бугаєнко, К. С., Бегаль, С. П., & Гаврилюк, О. С. Яблуня колоноподібного типу. Всеукраїнська науково-практична конференція «Садівництво: сучасний стан та перспективи розвитку» Присвячена 100-річчю від дня народження Петра Шеренгового, 31. [https://www.researchgate.net/publication/381639924_Materiali_vseukrainskoi_naukovo-practicnoi_konferencii_Sadivnictvo_sucasnij_stan_ta_perspektivi_rozvitku_Prisvacena_100-riccu_vid_dna_narodzenna_Petra_Serengovogo](https://www.researchgate.net/publication/381639924_Materiali_vseukrainskoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Sadivnictvo_sucasnij_stan_ta_perspektivi_rozvitku_Prisvacena_100-riccu_vid_dna_narodzenna_Petra_Serengovogo)
5. Гаврилюк О.С. & Кондратенко Т.Є. (2019). Урожайність колоноподібної яблуні в умовах Київщини. Сучасний рух науки: тези доп. VIII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Дніпро. Т.1. 363–366 с. URL: <http://www.wayscience.com/wp-content/uploads/2019/10/TOM-1-Zbirnik-8-mizhnarodna-nauk-prakt-internet-konferentsiya-1.pdf>
6. Гаврилюк О.С. (2019). Потенційна та фактична продуктивність колоноподібної яблуні в умовах Київщини. Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції Рослинництво XXI століття: виклики та інновації. Київ. НУБІП України. 67–68 с.

7. Гаврилук О.С. (2022). Техніка колон. Садівництво по-українськи. №2–3. 32–35 с. URL: <https://agrotimes.ua/article/tehnika-kolony-kolonopodibnyj-sad-kolonopodibni-sorty-yabluni/>
8. Гаврилук О.С. (2022). Цінність яблуні колоноподібного типу як вихідного матеріалу для селекції. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво). Київ, НУБІП України. 129-131. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u167/zbirnik_tez_1.02.pdf
9. Гаврилук О.С. Кушнірук Д.І., Чайка В.С. (2023). Морозостійкість яблуні колоноподібного типу. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України і світу», секція - Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни. Київ, НУБІП України. 25 травня 2023 р. 455-457. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u381/sekciya_2.pdf
10. Гаврилук О.С., Володін С.І., Харченко В.С., Смалюх А.В., Муравська Ю.О. (2023). Визначення фотосинтезуючого потенціалу яблуні колоноподібного типу. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України і світу», секція - Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни. Київ, НУБІП України. 25 травня 2023 р. 363-365. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u381/sekciya_2.pdf
11. Гаврилук О.С., Кондратенко Т.Є. (2018). Індустріальний яблуневий сад – міфи та реальність. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини. Київ. «ЦП «КОМПРИНТ»». 54–55 с.
12. Гаврилук О.С., Цвіліховська С.В., Каліщук В.М., Михальчук В.О. (2023). Товарність плодів яблуні колоноподібного типу. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України і світу», секція - Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека

країни. Київ, НУБІП України. 25 травня 2023 р. 538-540.
https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u381/sekciya_2.pdf

13. Гаврилук, О. С., Шевчук Н. В., & Мазур, Б. М. (2023). Якісні показники однорічних саджанців яблуні колоноподібного типу. Наукові доповіді НУБіП України, № 5/105. DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.005](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.005)

14. Гаврилук, О., Євдокимов, Д., Король, І., Кушим, А., Майборода, Д., & Олійник, Б. (2024). Посухо- та жаростійкість сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу. Наукові доповіді НУБіП України, 0(1/107). DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.007](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.007)

15. Гаврилук, О., Кондратенко, Т., & Китаєв, О. (2019). Діагностика функціонального стану рослин колоноподібних сортів яблуні. Рослинництво та ґрунтознавство. 2019, 10(2). 70–80. DOI: doi.org/10.31548/agr2019.02.070

16. Гаврилук, О., & Кондратенко, Т. (2020). Структурно-функціональний стан колоноподібних сортів яблуні в умовах Київщини. Наукові доповіді НУБіП України. 9(2(84)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.013>

17. Гаврилук, О., & Кондратенко, Т. (2022). Продуктивність 20 річних рослин яблуні колоноподібного типу за умов Київщини. Наукові доповіді НУБіП України, 0(5(99)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.05.003>

18. Гаврилук, О., Кондратенко, Т., & Мазур, Б. (2022). Морозостійкість яблуні колоноподібного типу методом прямого проморожування. Наукові доповіді НУБіП України, 0(6(100)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.004>

19. Гаврилук, О., Кондратенко, Т., & Мазур, Б. (2022). Товарна якість плодів яблуні колоноподібного типу. Наукові доповіді НУБіП України 0(2(96)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.02.002>

20. Гаврилук, О., Кондратенко, Т., Мазур, Б., & Петренко, Д. (2023). Якість пилку та добір запилювачів сортів яблуні колоноподібного типу.

21. Євдокимов Д. С., Царюк К. А., Корнева К. А., Гаврилук О.С. (2024). Рівень морозостійкості яблуні колоноподібного типу. Соціально-економічний стан в умовах воєнного часу : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / Східноєвропейський центр наукових досліджень (Суми, 19 лютого 2024 р). Research Europe. 190–192. [https://www.researchgate.net/publication/378515640_1_Evdokimov_D_S_Caruk_K_A_Korneva_K_A_Gavriluk_OS_2024_Riven_morozostijkosti_abluni_kolonopodibnogo_tipu_Socialno-ekonomichnij_stan_v_umovah_voennogo_casu_materiali_Miznarodnoi_naukovo-practicnoi_konfe](https://www.researchgate.net/publication/378515640_1_Evdokimov_D_S_Caruk_K_A_Korneva_K_A_Gavriluk_OS_2024_Riven_morozostijkosti_abluni_kolonopodibnogo_tipu_Socialno-ekonomichnij_stan_v_umovah_voennogo_casu_materiali_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konfe)
22. Заморський, В. В. (2006). Регулювання росту і плодоносіння яблуні. Умань, 55.
23. Захаров, М. В. (2011). Особливості росту колоноподібної яблуні в період повного плодоношення. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*, (1), 26-29.
24. Карпенчук, Г. К., & Мельник А. Ст. (1987). Обліки, спостереження, аналізи, обробка даних у дослідях із плодовими та ягідними рослинами: Методичні рекомендації. Умань, 115.
25. Китаєв, О. І. & Пелехатий В. М. (1981). Люмінісцентні спектральні дослідження підготовки рослин яблуні до зими. 29, 60-68.
26. Китаєв, О. І. (1998). Оцінка сорто-підщепних комбінацій яблуні за аналізом функціонального стану їх листкового апарату. *Садівництво*, 46,174-176.
27. Китаєв, О. І., & Кривошопка, В. А. (2012). Діагностика функціонального стану плодових рослин методом індукції флуоресценції хлорофілу. *Садівництво*, (66), 215-221.
28. Китаєв, О., Клочан, П., & Романов, С. (2005). Портативний хронофлуорометр для експрес-діагностики фотосинтезу "Флоратест". In 36.

дод. конф.-звіту з комплексної програми фундаментальних досліджень НАН України «Дослідження у галузі сенсорних систем та технологій (рр. 2-3).

29. Кондратенко Т.Є. & Гаврилюк О.С. (2020). Для рекордних врожаїв. Садівництво по-українськи. №1. 90–94 с. URL: <https://agrotimes.ua/article/dlya-rekordnyh-vrozhayiv/>

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

31. Кондратенко, П. В. (2001). Основи виробництва конкурентоспроможних плодів яблуні в Лісостепу України. *Садівництво*, 52, 5-20.

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

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

34. Кондратенко, Т. Є. & Захаров, М. (2009). Колоноподібні яблуні. *Агроном*, 4, 184-185.

35. Кондратенко, Т. Є. (1999). Господарсько-біологічна оцінка сортів яблуні осіннього строку дозрівання. *Садівництво*. 48, 17–22.

36. Кондратенко, Т. Є. (2000). Імунні сорти та їх роль в удосконаленні сортименту яблуні в Україні. *Садівництво*. 51, 28-34.

37. Кондратенко, Т. Є. (2001). Яблуня в Україні. Сорти. *Світ*, 298.

38. Кондратенко, Т. Є. (2003). Етапи органогенезу та осіннє прогнозування інтенсивності квітування яблуні. *Проблеми мрніторингу у садівництві. Аграрна наука*. 51-58.

39. Кондратенко, Т. Є. (2003). Потенційна продуктивність сортів яблуні і рівень її реалізації залежно від технології та зони вирощування.

Збірник наукових праць Уманського ДАУ “Біологічні науки і проблеми рослинництва”. Умань: УДАУ. 470-474.

40. Кондратенко, Т. Є. (2004). Сорти яблуні для технологій стабільного виробництва продукцій. *Садівництво*. 55, 72–78.

41. Кондратенко, Т. Є. (2010). Сорти яблуні для промислових і аматорських садів України. 400.

42. Кондратенко, Т. Є. (2013). Колоноподібний сад яблуні. *Сучасні Аграрні Технології*, 58-63

43. Кондратенко, Т. Є., & Андрусик, Ю. Ю. (2017) навчальний посібник. ЦП Компринт, 253.

44. Кондратенко, Т. Є., & Захаров, М. В. (2010). Агроекологічні аспекти культивування колоноподібної яблуні в Україні. *Агроекологічний журнал*, 1, 65-68.

45. Кондратенко, Т. Є., & Кондратенко, П. В. (1996). Сорти яблуні, імунні до парші. *Аграрна наука*.

46. Кондратенко, Т. Є., & Кондратенко, П. В. (2015). Фенологія яблуні (*Malus domestica* Borkh.) на Київщині в умовах зміни клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, (1-2), 49-53.

47. Куян, В. Г. (1998). Плодівництво. *Аграрна наука*. 467.

48. Макарова, Д. & Китаєв, О. И. (2008). Потенційна продуктивність та сумісність сортів яблуні на клонових підщепах селекції УААН. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*, 12, 97-101.

49. Обіход, Л. С. (1994). Продуктивність яблуні на підщепі М9 в зоні Центрального Лісостепу. *ЛС Обіход*, 15-16.

50. Овчаренко, С. (2017). Сад із колонами. *Садівництво по-українськи*, (1) 34-38.

51. Олійник Б.І., Кушим А.О., Гаврилюк О.С. Модифікація морфології та анатомії листя як наслідок колоноподібної архітектури яблуні домашньої (*malus × domestica borkh.*). Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «післявоєнне відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів та

продовольча безпека країни» (м. Київ, 20–21 червня 2024 року) НУБІП України, 2024. 45–47.

https://www.researchgate.net/publication/382181192_MODIFIKACIA_MORFOLOGII_TA_ANATOMII_LISTA_AK_NASLIDOK_KOLONOPODIBNOI_ARHI TEKTURNI_ABLUNI_DOMASNOI_MALUS_DOMESTICA_BORKH

52. Потані, Д. (2016). Щільні колоноподібні насадження яблунь із потужним стовбуром приваблюють садівників високим потенціалом урожайності та стійкістю до хвороб.

53. Силаєва, А. М. (2003). Особливості сезонного розподілу температури приземного шару повітря по території України. *Проблеми моніторингу у садівництві. Аграрна наука*, 34-44.

54. Совакова, М. О., Соваков, О. В., & Китаєв, О. І. (2014). Екологічна толерантність видів липи (*Tilia L.*) за фото-та термоіндукованими змінами флуоресценції хлорофілу листків. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*, (198 (2)), 285-293.

55. Фулга, І. Р. (1975). Вивчення фотосинтетичної поверхні рослин. Кишинів: «Картя Молдовеняске.

56. Харченко В.С., Грасс Є.О., Гаврилюк О.С. (2023). Генетика яблуні колоноподібного типу. V Міжнародна науково-практична онлайн конференція «Тенденції та виклики аграрної науки в умовах війни» Присвячена 125-річчю кафедри рослинництва НУБіП України. 225 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u163/tezy_kiyiv_2023_fin.pdf

57. Харченко В.С., Щербатюк А.Б., Гаврилюк О.С. (2023). Особливості створення насаджень яблуні із колоноподібних сортів. V Міжнародна науково-практична онлайн конференція «Тенденції та виклики аграрної науки в умовах війни» Присвячена 125-річчю кафедри рослинництва НУБіП України. 226 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u163/tezy_kiyiv_2023_fin.pdf

58. Черній, В.В., Ріпамельник, В.П., Довбиш, А.П. та ін. (2004). Інтенсивні технології вирощування яблуневих садів. Вінниця. 16.
59. Чиж, О. Д., Фільов, В. В., Гаврилюк, О. М., & Чухіль, С. М. (2008). Інтенсивні сади яблуні. *Аграрна наука*. 224.
60. Чухіль, С. М. (2010). Оцінка вегетативно розмножуваних підщеп яблуні в умовах Лісостету України : Автореф. Дис. ... канд. с. -г. наук. Київ.
61. Чухіль, С. М., Китаєв, О. І. & Чиж, О. Д. (2007). Вивчення елементів посухостійності клонових підщеп та сорто-підщепних комбінувань яблуні. *Садівництво*. (60), 227-238.
62. Шестопаль, О. М. (1998). Організаційно-економічні чинники адаптації садівництва до ринку. *Садівництво*, (47), 257-260.
63. 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.
64. Шестопаль, О. М., Черній, В. В. & Рисіч, О. В. (2002). Економічна оцінка типів насаджень яблуні та її сортів в умовах Поділля. *Садівництво*. (54), 302-311.
65. Шестополь, О.М. (2006). Типові технологічні карти по догляду за плодоносними насадженнями плодових і ягідних культур. 96.
66. Щербатюк, А. Б., Грасс, Є. О., & Гаврилюк, О. С. Селекція колоноподібних сортів яблуні на east malling. Всеукраїнська науково-практична конференція «Садівництво: сучасний стан та перспективи розвитку» Присвячена 100-річчю від дня народження Петра Шеренгового, 25. [https://www.researchgate.net/publication/381639924_Materiali_vseukrainskoi_naukovo-practicnoi_konferencii_Sadivnictvo_sucasnij_stan_ta_perspektivi_rozvitku_Prisva_cena_100-riccu_vid_dna_narodzenna_Petra_Serengovogo](https://www.researchgate.net/publication/381639924_Materiali_vseukrainskoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Sadivnictvo_sucasnij_stan_ta_perspektivi_rozvitku_Prisva_cena_100-riccu_vid_dna_narodzenna_Petra_Serengovogo)
67. Zukünftige Bedeutung von Columnar Apple Trees (CATS) im Marktanbau (11/04) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.obstbau.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/73FD2DBBBBBBF4668C1256F560044696B?OpenDocument>.

68. Zhu, Y. D., Zhang, W., Li, G. C., & Wang, T. (2007). Evaluation of inter-simple sequence repeat analysis for mapping the Co gene in apple (*Malus pumila* Mill.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(3), 371-376. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2007.11512245>

69. Yamasato, A., Nagata, N., Tanaka, R., & Tanaka, A. (2005). The N-terminal domain of chlorophyllide a oxygenase confers protein instability in response to chlorophyll b accumulation in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*, 17(5), 1585-1597. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.105.031518>

70. Silva, E. C., Nogueira, R. J., Vale, F. H., Melo, N. F. D., & Araújo, F. P. D. (2009). Water relations and organic solutes production in four umbu tree (*Spondias tuberosa*) genotypes under intermittent drought. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 21(1), 43-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202009000100006>

71. Moriya, S., Okada, K., Haji, T., Yamamoto, T., & Abe, K. (2012). Fine mapping of Co, a gene controlling columnar growth habit located on apple (*Malus × domestica* Borkh.) linkage group 10. *Plant Breeding*, 131(5), 641-647. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2012.01985.x>

72. Lapins, K. (1969). Segregation of compact growth types in certain apple seedling progenies. *Canadian Journal of Plant Science*, 49(6), 765-768. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps69-130>

73. Krost, C., Petersen, R., & Schmidt, E. R. (2012). The transcriptomes of columnar and standard type apple trees (*Malus x domestica*)—a comparative study. *Gene*, 498(2), 223-230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2012.01.078>

74. Kim, M. Y., Song, K. J., Hwang, J. H., Shin, Y. U., & Lee, H. J. (2003). Development of RAPD and SCAR markers linked to the Co gene conferring columnar growth habit in apple (*Malus pumila* Mill.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(4), 512-517. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2003.11511656>

75. Khanizadeh, S., Cousineau, J., Granger, R., Groleau, Y., Rousselle, G., & Spangelo, L. P. (2002). 'MacExcel' apple. *HortScience*, 37(1), 222-223. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Shahrokh_Khanizadeh/publication/52010689_'MacExcel'_apple/links/5d8b0cf2299bf10cff0b3711/MacExcel-apple.pdf
76. Ikase, L., & Dumbravs, R. (2004). Breeding of columnar apple-trees in Latvia. *Biologija*, 2, 8-10. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Laila_Ikase/publication/267856872_Breeding_of_columnar_apple-trees_in_Latvia/links/54db4ec70cf233119bc5cbdd/Breeding-of-columnar-apple-trees-in-Latvia.pdf
77. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Tonkha, O., Andrusyk, Y., Kutovenko, V., Yakovlev, R., Kryvoshapka, V., Trokhymchuk, A., & Dmytrenko, Y. (2022). Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. *Agronomy research* 20(2), 241–260. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.22.031>
78. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Kutovenko, V., Mazurenko B., Voitsekhivska, O., & Dmytrenko, Y. (2022). Morphophysiological peculiarities of productivity formation in columnar apple varieties. *Agronomy research* 20(1). 148–160. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.22.007>
79. Havryliuk, O., & Kondratenko, T. (2019). Specific of the Assimilation Surface of Columnar Apple-Tree. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, (3), 57–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065>
80. Havryliuk, O. S., Kondratenko, T. Y., Mezhenskyj, V. M., Shevchuk, L. M., Baranovska, O. D., Tonkha, O. L., Litvinov, D. V., & Mazur, B. M. (2024). Photosynthetic potential of *Malus domestica* columnar group. *Regulatory Mechanisms in Biosystems* 15(1), 3–9. <https://doi.org/10.15421/022401>
81. Havryliuk O. & Kondratenko T. (2019). Specifics of the assimilation surface columnar apple-tree. *Book of Abstracts of the 4th International Scientific*

Conference Agrobiodiversity. place: Nitra. p. 171. URL:
<http://www.slpk.sk/eldo/2019/dl/9788055220703/9788055220703.pdf>

82. 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.lsdil.lt/straipsniai/25\(3\).pdf#page=51](http://www.lsdil.lt/straipsniai/25(3).pdf#page=51)

83. Gavryliuk O.S., Kondratenko T.Je., & Goncharuk Ju.D. (2019). Features of formation of productivity of columnar apple-tree. *Bulletin of Agricultural Science* 97(6), 27–34. DOI: doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-04

84. Formaggio, E., Cinque, G., & Bassi, R. (2001). Functional architecture of the major light-harvesting complex from higher plants. *Journal of molecular biology*, 314(5), 1157-1166. DOI:<https://doi.org/10.1006/jmbi.2000.5179>

85. Finch, S., Samuel, A., & Lane, G. P. (2014). *Lockhart and wiseman's crop husbandry including grassland*. Elsevier. DOI:
doi.org/10.1533/9781782423928.1.27

86. Fideghelli, C., Sartori, A., & Grassi, F. (2002, August). Fruit tree size and architecture. In *XXVI International Horticultural Congress: Genetics and Breeding of Tree Fruits and Nuts* 622(pp. 279-293).
doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.622.26

87. Columnar apples - Resource access mode:
<http://www.lubera.co.uk/plants/fruit-trees/apple-trees/columnar-apples-malini/>.

88. Cline, J. A., Neilsen, D., Neilsen, G., Brownlee, R., Norton, D., & Quamme, H. (2012). Cold hardiness of new apple cultivars of commercial importance in Canada. *Journal of the American Pomological Society*, 66(4), 174-182.

89. Brown, S. K., Maloney, K. E., Hemmat, M., & Aldwinckle, H. S. (2003, September). Apple breeding at Cornell: Genetic studies of fruit quality, scab resistance and plant architecture. In *XI Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics* 663 (pp. 693-698). DOI: doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.663.124

90. Blažek, J. (2004). Response to diseases in new apple cultivars from the Czech Republic. *J. Fruit Ornament Plant Res*, 12, 241-250.
91. Blažek, J. (1990). Segregation and general evaluation of spur type or compact growth habits in apples. *Fruit Breeding and Genetics* 317, 71-80. DOI: doi.org/10.17660/ActaHortic.1992.317.6
92. Blažek, J. (1984, May). Spur type growth habit in apples. In *Conference on Temperate Tree Fruits and Nuts Breeding 159* (pp. 69-76). DOI: doi.org/10.17660/ActaHortic.1985.159.9
93. Blanco, F. F., & Folegatti, M. V. (2003). A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. *Horticultura Brasileira*, 21(4), 666-669. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000400019>
94. Bergamini, A., & Giongo, L. (2000, September). Red Earlib: a new red scab resistant apple cultivar. In *International Symposium on Apple Breeding for Scab Resistance 595* (pp. 83-86). DOI: doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.595.13
95. Baldi, P., & Si-Ammour, A. (2013). Evidence for regulation of columnar habit in apple by a putative 2OG-Fe (II) oxygenase. *New Phytologist*, 200, 993-999. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.12580>
96. Овсянніков, А. З. (1983). Вивчення фотосинтетичної діяльності нових сортів яблуні та їх вихідних форм у зв'язку із селекцією на високу продуктивність. *Archiv für Gartenbau*, 21-33.
97. Гамбург, К. З., Кулаєва, О. Н., Муромцев, Г. С., Прусакова, Л. Д., Чкаников, Д. І. (1979). Регулятори росту рослин. Колос, 203.
98. Кисельов, Д. О., & Гриник, І. В. (2017). Формування продуктивності яблуні сорту Флоріна на фоні фоліарного підживлення препаратом Терасорб Комплекс. *Агробіологія*, (2), 148-153.
99. Zukünftige Bedeutung von Columnar Apple Trees (CATS) im Marktanbau (11/04) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.obstbau.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/73FD2DBBBBBBF4668C1256F560044696B?OpenDocument>.