

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра плодівництва і виноградарства

Допущено до захисту

«___» (_____) 2025 року

Зав. кафедри, д. с.-г. н., професор

_____ Р.В. ЯКОВЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

СПОСОБИ ФОРМУВАННЯ ТА ОБРІЗУВАННЯ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ

Виконав: студент IV курсу, групи 41-з-с

спеціальності 203 «Садівництво та виноградарство»

БОРИСЕВИЧ Олександр Володимирович

Керівник: ЧАПЛОУЦЬКИЙ Андрій, к. с.-г. н.,
доцент

Умань – 2025

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет (інститут) плодоовочівництва, екології та захисту рослин
(повна назва)

Кафедра плідівництва та виноградарства
(повна назва)

Спеціальність 203 «Садівництво та виноградарство»
(код, назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
В.В. ЗАМОРСЬКИЙ
(підпис) (ініціали, прізвище)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студента БОРИСЕВИЧА Олександра Володимировича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Способи формування та обрізування дерев яблуні

керівник роботи Чаплоуцький Андрій Миколайович, кандидат с.-г. наук,
доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «_____» 2023 р. №

2. Строк подання студентом роботи - травень 2025 року

3. Вихідні дані до роботи

Дослідити способи формування та обрізування дерев яблуні.

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Вивчити особливості обрізування дерев в ручну

Особливості механізованого обрізування

Особливості комбінованого обрізування

5. Дата видачі завдання - 7. 09. 2023

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1 Способи формування дерев яблуні (огляд літератури).....	8
1.1 Системи формування та методи обрізування плодових дерев.....	8
1.2 Ручне обрізування плодових дерев.....	9
1.3 Механізоване обрізування плодових дерев	13
1.4 Комбінований спосіб обрізування плодових дерев.....	16
1.5 Роботизоване обрізування.....	19
Висновки.....	22
Рекомендації виробництву	23
Список використаних джерел.....	24

Вступ

Формування та обрізування крон плодових дерев є одним із найважливіших елементів сучасної технології інтенсивного садівництва, що безпосередньо впливає на продуктивність, довговічність, якість плодів та економічну ефективність садів. Вибір способу формування залежить від виду культури, сили росту сорту, типу підщепи, щільності садіння, рівня механізації, кліматичних умов і навіть запланованого терміну експлуатації саду. Упродовж останніх десятиліть техніка обрізування значно еволюціонувала — від традиційних ручних прийомів до механізованих і напівавтоматизованих рішень, що забезпечують зменшення затрат праці та стабілізацію урожайності. Сучасні форми крон створюються з урахуванням біологічних особливостей кожної породи та орієнтовані на максимально ефективне використання світла, оптимальну вентиляцію крони й рівномірний розподіл плодів [1].

У сучасному плодовому садівництві особливого значення набуває пошук універсальних, стабільних у плодоношенні систем формування, які б поєднували високу продуктивність з можливістю механізованого догляду і збирання урожаю. Це зумовлює необхідність глибокого вивчення і порівняльного аналізу традиційних і новітніх способів формування крон — від класичних ярусних до веретеноподібних, шпалерних і механізовано підтримуваних форм.

Актуальність теми. У зв'язку з переходом плодових господарств до інтенсивного типу ведення садівництва, підвищенням вартості ручної праці, впровадженням високоущільнених схем садіння і появою нових форм крон, актуальним постає завдання оптимізації способів формування та обрізування плодових дерев. Потреба у зниженні витрат праці, підвищенні ефективності механізованих операцій і стабілізації врожаю робить дослідження в цій галузі особливо важливими. Крім того, недостатнє врахування біологічних особливостей порід, сортів і підщеп при формуванні крони призводить до втрати потенціалу урожайності, зниження життєздатності дерев і скорочення строків експлуатації садів.

Мета дослідження Метою дослідження є встановлення найбільш ефективних способів формування та обрізування крон плодових дерев, які забезпечують високу врожайність, якість плодів, довговічність насаджень і економічну ефективність виробництва, з урахуванням біологічних особливостей культур, рівня інтенсивності саду та можливостей механізації.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є плодоносні насадження яблуні у період формування і продуктивного використання.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є способи формування та обрізування крон дерев у промислових садах яблуні та їхній вплив на ріст, плодоношення, стан дерев і продуктивність садів.

Розділ 1 Способи формування дерев яблуні

1.1 Системи формування та методи обрізування плодових дерев

Система формування крони визначає просторове розміщення основних скелетних і напівскелетних гілок, розподіл плодоносної деревини, орієнтацію світлового потоку в гілках, вентиляцію, доступність до механізованих або ручних операцій догляду та збирання плодів. Кожна форма крони — це компроміс в структурі між біологічними особливостями культури, господарськими потребами та технологічними можливостями. Сучасна практика садівництва застосовує як традиційні ярусні форми, так і інноваційні шпалерні, веретеноподібні, плоскі або ж вільні модифіковані форми крони [2].

У промисловому вирощуванні яблуні найбільш поширеними стали модифіковані веретеноподібні форми: струнке веретено, суперверетено, французька вісь, які дозволяють ефективно контролювати об'єм крони, підтримувати щільність саду на рівні 3000–4000 дерев/га, забезпечують рівномірне освітлення та легку механізацію робіт. У груші подібні системи формування застосовуються, однак із урахуванням сильнішої схильності до вертикального росту, що зумовлює потребу у регулярній літній зеленій обрізці й систематичному гальмуванні провідника. Для сливи й абрикоса ефективними є комбіновані форми типу покращеної чаші або модифікованого веретена з широкими відгалудженнями, що відповідає природній тенденції цих культур до розгалуження. Персик, як культура з коротким життєвим циклом плодової деревини, вимагає постійного омолодження крони та підтримки активного пагоноутворення — тому обрізування носить переважно регенеративний характер і поєднується з формуванням низькорозміщених чашоподібних або вазоподібних крон [3].

Методи обрізування в інтенсивному садівництві включають ручне, механізоване та комбіноване обрізування. Ручне обрізування, хоч і є найбільш гнучким щодо впливу на конкретне дерево, залишається трудомістким і потребує високої кваліфікації працівників. Воно дозволяє здійснювати точковий вплив на

баланс росту та плодоношення, особливо в молодих садах на етапі формування. Механізоване обрізування застосовується переважно в плоских і шпалерних кронах — це обрізування за допомогою ротаційних або дискових ножів, що здійснюється в заданому горизонтальному або вертикальному профілі. Воно дозволяє значно зменшити витрати праці, проте вимагає спеціального планування структури крони, і, як правило, потребує завершальної ручної корекції. Комбіноване обрізування поєднує механізовану обрізку загальної маси пагоноутворення з ручною селекційною обрізкою на плодових ланках.

Залежно від фази розвитку саду обрізування виконує різні функції: формувальна обрізка в перші роки задає майбутній каркас дерева, підтримує правильну структуру крони, стимулює розвиток скелетних гілок і обмежує зайвий вертикальний ріст. У період вступу в плодоношення переходять до регулятивної обрізки — її мета полягає в підтриманні балансу між ростом та плодоношенням, рівномірному розміщенні плодової деревини, збереженні гарного освітлення внутрішньої частини крони [4]. В зрілому віці на перший план виходить омолоджувальна обрізка — вона відновлює ростові процеси, видаляє стару або слабoproдуктивну деревину та підтримує оптимальний розмір крони. Для таких культур, як персик і абрикос, омолоджувальна обрізка починається раніше і є більш радикальною.

Таким чином, ефективне обрізування — це процес, що вимагає поєднання агротехнічних знань, врахування біологічної специфіки породи та сорту, а також розуміння цільової моделі саду — від інтенсивного шпалерного до розрідженого довговічного. Комплексний підхід до формування крони забезпечує довготривалу продуктивність дерев, оптимальну якість плодів та адаптованість насаджень до сучасних механізованих технологій [5].

1.2 Ручне обрізування плодових дерев

Ручне обрізування залишається основним інструментом управління ростовими та продуктивними процесами в плодових деревах, незважаючи на

активний розвиток механізованих технологій. Його гнучкість, точність і можливість індивідуального підходу до кожного дерева роблять цей метод незамінним, особливо в період формування насаджень, на ранніх етапах закладання саду, у сортах із нестабільною пагоноутворювальною здатністю або в системах, де передбачається висока якість плодової продукції. Водночас ручне обрізування є трудомісткою і затратною операцією, що потребує високої кваліфікації виконавців та глибокого розуміння біологічних закономірностей росту дерев [6].

Сутність ручного обрізування полягає у вибіркового видаленні пагонів, гілок або частин крони з метою формування бажаної структури дерева, регуляції ростових процесів, посилення плодоношення, продовження продуктивного віку деревини та забезпечення фізіологічного балансу між вегетативною і генеративною діяльністю. Основні принципи цієї техніки базуються на закономірностях апікального домінування, фототропізму, антагонізму між ростом і плодоношенням, а також реакції дерева на тип та інтенсивність обрізування. Зокрема, сильна обрізка активізує проростання сплячих бруньок і викликає посилений вегетативний ріст, тоді як помірний і щадний обрізка сприяє формуванню плодових бруньок і підтримує збалансований ріст [7].

У молодому віці ручна обрізка застосовується переважно з формувальною метою. Вона включає створення бажаної каркасної структури дерева, раціональне розміщення основних скелетних гілок у просторі, запобігання розвитку гострих кутів відходження, усунення конкурентів провідника та закладення потенціалу майбутнього плодоношення. На цьому етапі також важливо дотримуватися ритмічності росту, не допускаючи надмірного розвитку провідника або загушення внутрішньої частини крони. Сорти зі слабкою пагоноутворювальною здатністю потребують мінімального втручання, тоді як у сильнорослих сортів і на насіннєвих підщепах часто необхідне обмеження росту й спрямування його в горизонтальні площини.

У фазі плодоношення акценти зміщуються на регулювання плодової деревини та забезпечення світлового режиму. Вручну видаляють загущуючі,

слабкі, неправильно орієнтовані або тіньові гілки, а також стару або непродуктивну деревину. Особливої уваги потребує обрізка вертикальних жируючих пагонів, які, як правило, або повністю видаляють, або переводять на слабші горизонтальні відгалуження з потенціалом до плодоношення. У шпалерних і вузькокронних формах крони точна ручна обрізка є єдиною можливістю зберегти однорідність і продуктивність плодового стінового елемента [8].

У старших насадженнях ручна обрізка набуває омолоджувального характеру. Видаляються старі плодові утворення, стимулюється розвиток нових пагонів, здійснюється заміщення частин крони або плодових ланок. Для культур, таких як персик, де плодоносна деревина короткоживуча, регулярне омолодження — це ключовий елемент технології вирощування, і його неможливо реалізувати без ретельної ручної роботи.

Ручне обрізування також дозволяє проводити селективне втручання відповідно до конкретної реакції сорту на обрізку. Наприклад, сорти з високою здатністю до утворення змішаних бруньок (яблуня ‘Гала’, ‘Флоріна’) краще реагують на щадне, регулярне проріджування плодової деревини, тоді як сорти з вираженим чергуванням плодоношення (‘Ренет Симиренка’, ‘Айдаред’) потребують сильнішого впливу з метою стимуляції утворення плодових бруньок на наступний рік. У груші та сливи, зважаючи на їхню природну схильність до вертикального росту та обмежене розгалуження, ручна обрізка застосовується з особливою обережністю, часто у поєднанні з літнім щипанням або згинанням пагонів [3,9].

Варто зазначити, що саме ручне обрізування залишається головним методом у біологічно орієнтованих, органічних або адаптивних системах садівництва, де критичним є індивідуальний підхід до дерева, збалансоване використання природних ресурсів і мінімізація стресових втручань.

Таким чином, ручне обрізування — це не лише технологічна операція, а й мистецтво управління деревом, що поєднує глибокі знання фізіології, морфології, сортових особливостей та цільової структури саду. У системному

поєднанні з іншими технологічними елементами (рістрегуляція, механізація, підбір форм крони) воно залишається невід'ємним інструментом стабільного і якісного плодового виробництва.

Переваги ручного обрізування дерев яблуні:

- Висока селективність та біологічна точність. Людина здатна оцінити індивідуальні особливості кожного дерева: розташування, вік, стан пагонів, тип плодових утворень. Це дозволяє точно формувати крону, зберігаючи продуктивні плодові ланки й стимулюючи омолодження.
- Регуляція внутрішньої архітектури крони. Ручним способом можна якісно прорідити загущення, покращити освітлення середини крони, запобігти оголенню багаторічної деревини та втраті плодоносності.
- Контроль сили росту та плодоношення. Залежно від інтенсивності зрізу, обрізування може стимулювати або гальмувати вегетативний ріст. Це важливо для сортів із різною силою росту й пагоноутворювальною здатністю.
- Можливість омолодження та лікування. Ручна обрізка дозволяє видалити хворі, пошкоджені, старі гілки, провести санітарну або омолоджувальну обрізку, що механічно неможливо.
- Гнучкість у застосуванні. Може використовуватися в садах різного типу — традиційних, напівінтенсивних, органічних, у важкодоступних місцях, на молодих і старих деревах.

Недоліки ручного обрізування:

- Низька продуктивність праці. Один працівник може обрізати лише 50–80 дерев за день (залежно від віку дерева, густоти крони та форми), що вимагає значного штату.
- Висока вартість робочої сили. Особливо актуально в умовах дефіциту кваліфікованих кадрів та підвищення мінімальних зарплат.

- Суб'єктивність виконання. Рівень якості сильно залежить від кваліфікації працівника, його досвіду та втоми, що веде до нерівномірності між деревами.
- Ризик пошкодження дерева. Неправильні зрізи, порушення кута відходження гілок, надмірне укорочення можуть викликати реактивне загущення або зниження врожайності [10].

1.3 Механізоване обрізування плодових дерев

Механізоване обрізування є сучасним технологічним рішенням, що дозволяє значно знизити витрати ручної праці в інтенсивному плодовому садівництві, особливо при обслуговуванні високоущільнених насаджень із уніфікованими формами крони. Зростаюча вартість трудових ресурсів, дефіцит кваліфікованих кадрів і потреба в оперативному догляді за великими площами зумовили активне впровадження механізованих систем обрізування, особливо в країнах із розвиненим промисловим садівництвом, таких як Італія, Франція, Німеччина, Польща, США. У промислових садах України, особливо в зонах з інтенсивним виробництвом яблук, механізоване обрізування дедалі частіше інтегрується в технології догляду за деревами.

Сутність механізованого обрізування полягає у використанні спеціалізованих ріжучих машин — обрізувачів, які здійснюють рівномірне або профільне зрізання приросту за заданими параметрами висоти та ширини крони. Найбільш поширені конструкції обрізувачів — це агрегати з вертикальними або горизонтальними штангами, на яких закріплені дискові, сегментні або ланцюгові ножі, що працюють від гідроприводу. Такі машини можуть бути навісними, причіпними або самохідними, що дає змогу адаптувати їх до різних умов саду [11].

Найефективніше механізоване обрізування реалізується в садах з плоскими, вузькими, шпалерними або стіновими формами крон, де дерева розміщені у рядках з відносно однорідною структурою приросту. У таких системах обрізувач проходить вздовж ряду та здійснює вертикальну обрізку бокових частин крони,

або ж одночасно виконує горизонтальне обмеження висоти. Цей підхід дозволяє обрізати до 1,5–2 га за зміну одним агрегатом, тоді як при ручному обрізуванні ця норма становить у середньому 0,1–0,2 га. Особливо ефективною є така технологія в садах типу "стіна" (slender spindle wall, fruiting wall, V- or Y- shaped canopy), де крони зведено до площин товщиною до 0,5–0,8 м.

Біологічна ефективність механізованого обрізування залежить від низки факторів. Найперше — це тип і сила росту сорту. Сорти з помірною пагоноутворювальною здатністю, короткими міжвузлями і компактною кроною краще адаптуються до механізованого формування. Сильнорослі сорти з довгими вегетативними пагонами (наприклад, 'Айдаред') утворюють значну масу вертикального приросту, що вимагає додаткового ручного втручання після проходження обрізувача. Також важливу роль відіграє тип підщепи: карликові підщепи (M9, M26) краще піддаються механізованому обрізуванню завдяки меншому загальному об'єму крони й обмеженому росту [12].

Основною перевагою механізованої обрізки є значна економія затрат праці, а також швидкість і повторюваність результатів. У сучасному інтенсивному саду цей метод дозволяє в стислі строки обрізати великі площі без ризику затримки біологічних фаз розвитку. Крім того, регулярне щорічне обрізування за допомогою машин сприяє утворенню більш однорідної, світлопроникної крони. Це дозволяє оптимізувати процес фотосинтезу, покращити забарвлення плодів і зменшити захворюваність завдяки кращому провітрюванню.

Проте існують і обмеження. Механізоване обрізування має переважно контурний характер і не здійснює селективного втручання в будову плодових ланок. Унаслідок цього можливе накопичення старої, непродуктивної деревини, недостатній розвиток молодої обростаючої деревини, а також нерівномірне плодоношення в середньо- та довгостроковій перспективі. Саме тому механізовану обрізку найчастіше поєднують із ручною селекційною корекцією — особливо у зонах плодоношення, на молодих деревах або при необхідності омолодження. Такий підхід називають комбінованим методом обрізування.

Важливо враховувати також технічні нюанси. Неправильно налаштована машина або занадто агресивне обрізування можуть призвести до травмування кори, утворення рваних зрізів, а також індукції надмірної кількості сильнорослих пагонів. Крім того, у нерівномірних садах, з неоднорідним розвитком дерев або на схилах, складно підтримувати однаковий профіль обрізування. У таких випадках механізоване втручання повинно бути обережним і передбачати адаптацію техніки до умов ділянки [13].

Застосування механізованої обрізки особливо ефективне в системах інтенсивного садівництва, де сад закладається під шпалеру, з щільністю садіння 3–5 тис. дерев/га, і де дерево фактично виконує роль елемента живої стіни. За таких умов профіль обрізки стабілізується вже в перші роки й підтримується машинно з незначною щорічною корекцією.

Таким чином, механізоване обрізування — це перспективний напрям у технології вирощування плодових дерев, який здатний забезпечити високу продуктивність саду при зниженні виробничих витрат. Його ефективність залежить від інтегрованого підходу до формування насаджень: правильного вибору сорту та підщепи, закладки саду з урахуванням ширини міжрядь, типу шпалери, форми крони та річної програми догляду. У комбінації з ручною обрізкою та біологічно обґрунтованими агротехнічними прийомами цей метод може слугувати фундаментом сучасного ресурсоощадного та високотехнологічного плодового виробництва.

Переваги механізованого обрізування:

- Висока швидкість виконання. Обрізувач із тракторним приводом може обробити 2000–3000 дерев за день, значно перевищуючи можливості ручної праці.
- Економія на робочій силі. Один оператор здатен обслуговувати великі площі, зменшуючи залежність від сезонних працівників.

- Уніфікація крони. Забезпечується однакова висота та ширина дерев, що полегшує подальшу механізацію (збір, захист, обрізування) й оптимізує простір між рядами.
- Добре підходить для інтенсивних шпалерних садів. Зокрема для сортів на слаборослих підщепах, де крона обмежена вертикально і горизонтально.

Недоліки механізованого обрізування:

- Відсутність селективності. Машина обрізає все на певному рівні без розрізнення типу гілки (плодова/вегетативна), віку чи потенціалу.
- Загущення крони в середній частині. Через обрізку лише ззовні не проріджується центр, що призводить до затінення, зниження фотосинтезу, погіршення якості плодів.
- Погіршення структури плодової деревини. Немає можливості омолодження, збереження якісних плодових утворень або видалення непотрібних пагонів.
- Ризик зниження врожайності. Через хаотичне зрізування генеративних бруньок у зоні активного плодоношення, можливі втрати урожаю.
- Обмеження за формами крони. Механізоване обрізування підходить лише для уніфікованих геометричних форм (стіна, веретено, шпалерна площина) [14].

1.4 Комбінований спосіб обрізування плодових дерев

Комбінований спосіб обрізування є інтегрованим підходом, що поєднує механізовану та ручну обрізку для досягнення максимальної ефективності формування крони та регуляції плодоношення. Цей метод виник як відповідь на потребу зменшити трудомісткість догляду за деревами при збереженні селективного контролю над архітектурою крони та генеративною продуктивністю. Його застосування особливо виправдане в інтенсивних садах із високою щільністю садіння, де формується уніфікований тип крони (стіна,

шпалерна площа, Y- або V-подібна форма) і необхідне регулярне підтримання зовнішніх контурів поряд з тонкою регуляцією внутрішньої структури.

Суть комбінованого обрізування полягає в тому, що контурну обрізку зовнішніх частин крони (боків і верхівки) здійснюють механізованими обрізувачами. Цей етап забезпечує швидке, рівномірне видалення приросту, обмеження ширини й висоти дерева, покращення проникнення світла, а також зменшення об'єму зеленої маси, що полегшує захист від хвороб і шкідників. Таке обрізування, як правило, проводять уздовж рядів дерев, часто в кілька проходів за сезон — влітку (зелена обрізка) або на початку весни.

Після механізованої фази виконують ручну селекційну обрізку. Її головна мета — зберегти або сформувати плодові ланки, видалити надмірно загущуючі або старі гілки, провести омолодження, нормування зав'язі та корекцію інтенсивності плодоношення. Саме ручне втручання дозволяє оцінити стан окремих гілок, їх вік, розміщення, ступінь освітлення та потенціал до плодоношення, що особливо важливо в зоні формування обростаючої деревини (внутрішня частина крони на гілках 2–3 порядку).

Такий підхід дозволяє враховувати біологічні особливості дерев, зокрема:

- силу росту конкретного сорту;
- тип і характер галуження (наприклад, переважання кільчаток або змішаних бруньок);
- відновлювальну здатність до утворення нових пагонів;
- природну здатність до оголення багаторічної деревини.

Наприклад, у сортах з високою пагоноутворювальною здатністю (як 'Гала' чи 'Фуджі'), механічне обрізування викликає масовий розвиток конкурентних пагонів, які потребують ручного прорідження. У сортах з обмеженою ростовою активністю (як 'Ред Джонапринц') навпаки, потрібна стимуляція відновлення плодових гілочок через легке укорочення та прорідження внутрішньої частини крони, що краще виконується вручну.

Комбіноване обрізування також важливе з позиції регуляції вікової структури деревини. Механічна обрізка, як правило, не здатна омолодити

багаторічні гілки або скоригувати анатомію дерева на рівні однорічного-приросту. Якщо залишити цей процес без селекційної ручної фази, у кроні поступово домінуватимуть старі, здерев'янілі частини, що призведе до зниження врожайності, збільшення розміру плодів за рахунок зменшення їх кількості, а також до нерівномірного розміщення плодів у кроні.

З технологічної точки зору, комбіноване обрізування потребує певного календарного планування. Перший етап механічного профілювання може відбуватися влітку — через 3–5 тижнів після цвітіння, що дозволяє впливати на напрям росту пагонів та їх генеративну індукцію. Другий етап — взимку або ранньою весною — здійснюють селективно, видаляючи непродуктивні, загущуючі або хворі гілки, одночасно формуючи нові плодові ланки. Такий підхід знижує навантаження на працівників у пікові періоди та дозволяє краще розподілити обрізування в часі [15].

Результатом комбінованої обрізки є збалансована крона, яка має чітко обмежені розміри (сприятливо для механізації збору, обприскування тощо), але зберігає високий потенціал плодоношення, хорошу вентиляцію й освітлення внутрішньої частини, а також довговічність продуктивної деревини. Цей підхід також є найбільш адаптивним до реалій промислових садів різного типу — від інтенсивних шпалерних насаджень до напівінтенсивних садів з модифікованими формами крон.

Таким чином, комбіноване обрізування — це не просто поєднання двох методів, а стратегія розумного управління кроною, яка забезпечує оптимальне співвідношення трудових, біологічних і економічних чинників. У сучасному садівництві воно дедалі частіше розглядається як стандартна практика для збереження стабільної високої врожайності та якості плодів у довгостроковій перспективі.

Переваги комбінованого способу обрізування дерев:

- Оптимальне поєднання швидкості й точності. Механічна частина формує контури, а ручна — регулює внутрішню структуру й плодоносність.

- Зменшення навантаження на персонал. Ручна обрізка триває швидше, бо більшість маси вже видалено механічно.
- Збереження продуктивних ланок і покращення освітлення. Ручна частина дозволяє зберегти добре розміщені плодові утворення й видалити ті, що загущують середину.
- Гнучкість і адаптивність до біології сорту. Можна коригувати методику залежно від сили росту сорту, типу плодоношення, реакції на зріз.
- Підходить для більшості сучасних промислових садів. Добре працює в садах інтенсивного типу, особливо на підщепах М9, М26.

Недоліки комбінованого способу обрізування:

- Необхідність чіткого планування. Потрібно правильно розподілити етапи — коли проводити механічну частину (влітку чи взимку), а коли селекційну ручну.
- Витрати на техніку та навчання персоналу. Необхідні спеціалізовані обрізувачі, а також персонал, який розуміє, як проводити селективне доопрацювання.
- Ризик несумісності між етапами. Якщо механічна частина виконана неправильно (занадто глибоко або нерівномірно), це ускладнює подальшу ручну обрізку або викликає реактивний ріст пагонів.

.

1.5 Роботизоване обрізування

Інноваційні способи обрізування плодових дерев дедалі активніше інтегруються в промислове садівництво, зумовлюючи зростання продуктивності, точності й якості обрізування в умовах браку робочої сили та підвищення вимог до економічної ефективності. Ці методи поєднують робототехніку, штучний інтелект, автоматизовану діагностику, сенсори та передові підходи до фізіології дерева. Сучасні роботизовані обрізувачі оснащуються камерою високої роздільної здатності, лазерними сканерами або інфрачервоними датчиками, що

створюють 3D-модель дерева в реальному часі. Алгоритми на основі штучного інтелекту (нейронні мережі) аналізують розташування гілок, товщину, кут відходження, наявність плодових утворень, і приймають рішення про доцільність зрізу.

Такі системи вже застосовуються експериментально в садах США, Італії, Іспанії та Японії. Приклад — робот FFRobotics або платформи типу Vision Robotics, які здійснюють селективне обрізування без участі людини, працюючи як повноцінна автономна система або в складі інтелектуального маніпулятора.

2. Напіваавтоматичні гідравлічні секатори з електронним управлінням

Ці пристрої керуються оператором, але мають систему попереднього сканування дерева або розпізнавання гілок за товщиною, яка обмежує діаметр обрізу, підказує оператору найдоцільніші зрізи й забезпечує точність. Деякі системи включають електронне мапування крони, що дозволяє оптимізувати інтенсивність втручання та запобігти надмірному укороченню.

Цей підхід використовується на високотехнологічних господарствах для навчання персоналу та підвищення стабільності обрізування.

3. Літнє обрізування за допомогою віртуальних моделей росту

Із розвитком моделей симуляції росту дерев (наприклад, L-PEACH або OpenAlea) з'явилася можливість планування обрізування з урахуванням довгострокових наслідків. Такі моделі прогнозують, як зміни в структурі гілок вплинуть на розподіл асимілянтів, розвиток плодових бруньок та силу росту дерева. Це дозволяє впроваджувати індивідуальне обрізування за сортом, віком, підщепою та технологічною системою (наприклад, у біологічному садівництві).

Таке моделювання використовують передусім у дослідних господарствах і при плануванні закладки молодих садів із інтегрованими системами догляду.

4. Використання дронів та мультиспектральної зйомки для діагностики потреб в обрізуванні

Дрони з мультиспектральними камерами здатні виявити ділянки дерев із пригніченим фотосинтезом, надмірною вегетативною масою, асиметрією крони чи ознаками стресу. За допомогою NDVI-карт (Normalized Difference Vegetation

Index) складаються точкові карти інтенсивності крони, що дозволяє пріоритизувати обрізування на рівні ділянок, сортів або окремих рядів. Це особливо корисно для великих масивів, де фізично складно обстежити всі дерева.

Дані дронів можуть бути інтегровані в GPS-навіговані обрізувачі, які змінюють інтенсивність різки залежно від біомаси.

5. Використання плазмових або ультразвукових різальних систем

Хоча ще на стадії дослідження, плазмові секатори або ультразвукові обрізувачі вивчаються як альтернатива класичним ножам і пилам. Їх перевага — мінімальне травмування тканин, швидке припікання зрізу, зменшення ризику інфікування. Такі системи можуть бути особливо корисні у вологих кліматах або в органічному виробництві.

Ці інновації поки що не завжди доступні масово через високу вартість і складність обслуговування, але вони демонструють напрямок розвитку індустрії: перехід від грубої механіки до точного, інтелектуального й біологічно обґрунтованого обрізування [16].

ВИСНОВКИ

1. Формування та обрізування крони яблуні є визначальними ланками в системі інтенсивного садівництва. Вони безпосередньо впливають на світловий режим, ріст, плодоношення, довговічність дерев і економічну ефективність насаджень.
2. Основні системи формування крон — округлі (ярусні, вазоподібні) та площинні (струнке веретено, французька вісь, плодова стіна) — мають відмінні біологічні й технологічні переваги та застосовуються залежно від типу саду, підщепи та інтенсивності вирощування. Веретеноподібні форми є найбільш адаптованими до механізації.
3. Ручне обрізування забезпечує найвищий рівень ручного втручання, дозволяє формувати індивідуальну архітектуру дерева, проводити омолодження, зберігати продуктивні плодові ланки та адаптувати технологію до біологічних особливостей сорту. Водночас воно є трудомістким, дорогим та залежним від людського фактора.
4. Механізоване обрізування є високопродуктивним рішенням для уніфікованих садів із площинною формою крони. Воно дозволяє в десятки разів зменшити витрати праці, проте не враховує індивідуальної структури дерева і потребує селективного доопрацювання вручну.
5. Комбінований метод обрізування, що поєднує механізовану обробку контурів крони з ручною селекційною корекцією, забезпечує оптимальний баланс між ефективністю, точністю і якістю. Він найбільш повно відповідає потребам інтенсивного садівництва.
6. Інноваційні технології — роботизовані обрізувачі, гідравлічні секатори з системами штучного інтелекту, дрони для діагностики, моделі симуляції росту дерев — демонструють нову еру обрізування, де поєднуються автоматизація, біологічна точність і інтелектуальне управління насадженнями.

Рекомендації виробництву

Рекомендується впроваджувати комбіновані способи обрізування з переважним використанням площинних форм крон, які забезпечують оптимальні умови для механізації, стабільної врожайності та довговічності насаджень, а також поступово інтегрувати інноваційні технології для підвищення точності й ефективності догляду за деревами.

Список використаних джерел

1. Гриник І. В., Кіщак О. А., Жук В. М. та ін. Формування та обрізування плодових дерев і кущових ягідників: монографія / за наук. ред. акад. НААН І. В. Гриника. — Київ: Аграрна наука, 2024. 256 с.
2. Муленок Я. О., Леус В. В. Формування й обрізування крон дерев в інтенсивних насадженнях яблуні: навчально-методичний посібник. — Харків: ДБТУ, 2024. 72 с.
3. Грицаєнко А. О. Плодівництво: підручник для вузів. Київ: Урожай, 2000. 430 с.
4. Куян В. Г. Плодівництво: навч. посібник для вузів. Київ: Аграрна наука, 1998. 472 с.
5. Омельченко І. К. Культура яблуні в Україні. Київ: Урожай, 2005. 304 с.
6. Саяпін С. П., Осадчий В. Обрізування плодових дерев. еДорада, 2015.
7. Галич О., Грицай О., Дячук О., Ласкавий В. Обрізування кісточкових плодових культур. Пропозиція, 2017, № 2, с. 164–167.
8. Седов Е. Н. Программы, методы, приемы селекции яблони, их развитие и совершенствование. Вавиловский журнал генетики и селекции, 2015, т. 17, № 3, с. 487–498.
9. Меженський В. М., Меженська Л. О. Малопоширені плодові культури: навчальний посібник. Київ: ЦП "Компринт", 2016. 544 с.
10. Клименко С. М. Формування та обрізування дерев плодових культур: навч. посіб. Київ: Аграрна наука, 2007. 240 с.
11. Баранецький М. І. Плодівництво: підручник. Київ: Урожай, 2005. 472 с.
12. Микитюк І. В., Сас-Олій Н. М. Технологія вирощування яблуні на слаборослих підщепах: навч. посіб. Львів: ЛНАУ, 2015. 148 с.
13. Lauri P. É., Lespinasse J. M. Apple training systems: evolution of concepts and techniques in Europe. *Chronica Horticulturae*. 2001. Vol. 41(2). P. 45–51.
14. Westwood M. N. *Temperate-Zone Pomology: Physiology and Culture*. 3rd ed. Portland: Timber Press, 2009. 523 p.

15. Hartmann H. T., Kester D. E., Davies F. T., Geneve R. L. Plant Propagation: Principles and Practices. 8th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2011. 880 p.
16. Rieger M. Introduction to Fruit Crops. New York: Haworth Press, 2006. 464 p.