

УДК 634.11:631.542:631.171(477.4)

Муленок Я. О.

кандидат сільськогосподарських наук,
асистент кафедри плодоовочівництва та зберігання продукції рослинництва
Заклад вищої освіти «Державний біотехнологічний університет»

Харків, Україна

E-mail: kravczova.190691@ukr.net

ORCID: 0000-0001-9015-852X

Мельник О. В.

доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри плодівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Уманський національний університет садівництва»

Умань, Україна

E-mail: novsad@ukr.net

ORCID: 0000-0002-6707-5731

Леус В. В.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри плодоовочівництва та зберігання продукції рослинництва,
Заклад вищої освіти «Державний біотехнологічний університет»

Харків, Україна

E-mail: vitaliyleus79@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7417-5968

МОРОЗОСТІЙКІСТЬ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ І СТРОКУ ОБРІЗУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація

Оцінка ризику заморозків є критичною для виробництва плодів та садівництва в цілому. А мінімальні температури повітря можуть спричинити загибель плодівих насаджень.

Мета дослідження полягала у виділенні морозостійкості сортів за різних способів і строків обрізування дерев яблуні на карликовій підщепі М.9 Т337 та виявити здатність дерев сортів Гала (Мітчгла), Голден Делішес (клон Б) та Джексонаголд (Вільмута) витримувати певні мінусові температури та протистояти несприятливим умовам зимівлі.

Дослідження з морозостійкості проводилися протягом 2017–2018 років, в кожного сорту визначали ступінь підмерзання всіх частин дерева, зокрема кори на штампі та скелетних гілках, підмерзання деревини і одночасно проводили оцінку підмерзання генеративних бруньок та загальний ступінь підмерзання дерев.

У статті наведено результати досліджень щодо впливу способів і строків обрізування на морозостійкості тканин пагонів та генеративних бруньок у дерев сортів Гала (Мітчгла), Голден Делішес (клон Б) і Джексонаголд (Вільмута) в зрошувальному насадженні на підщепі М.9 Т337. Встановлено, що у досліджуваних сортів вразливими до ушкоджень морозом виявилися пагони та генеративні утворення за традиційного обрізування. Стійкими проти морозу були тканини середньої та верхньої частини пагона. Найменше підмерзання спостерігали за контурного обрізування у фазу рожевого конуса та після збирання врожаю, що показали найкращу морозостійкість тканин порівняно з іншими варіантами.

За результатами досліджень всіх помологічних сортів слід зазначити, що меншого пошкодження зазнали варіанти за контурного обрізування, а також меншого пошкодження зазнали тканини камбію у дерев в строк виконання фази рожевого конуса та після збирання врожаю. За нашими дослідженнями тканини камбіального шару досліджуваних помологічних сортів здатні до вищої морозостійкості, хоч це явище залежить також від ряду умов, а саме від віку дерева, сорту, агротехніки, клімату.

Ключові слова: яблуня, морозостійкість, пагони, генеративна брунька, контурне обрізування, строк обрізування.

Вступ. Яблуня – плодова культура помірної зони, що має велике економічне значення в усьому світі. Успіх виробництва яблук залежить від багатьох факторів, одним з яких є ризик пошкодження морозом. На цей факт звертали увагу ще в ранній літературі (Modlibowska, 1946; Childers, 1949; Chandler, 1954) [11, 12, 17]. Отже, оцінка ризику заморозків є критичною для виробництва плодів та садівництва в цілому. Ризик підмерзання є значним, коли небезпека (вплив шкідливих температур повітря) перетинається з вразливістю (чутливістю до морозу) [2].

Прогностичні моделі глобального потепління передбачають частіші випадки виникнення екстремальних кліматичних умов, зокрема екстремальних температур, які можуть вплинути на фенологічні процеси та стійкість наших рослин до морозів та інших факторів навколишнього середовища. Існують райони вирощування, особливо

в холодних частинах помірної зони, де низькі температури часто спричиняють пошкодження зимуючих органів яблуні в період спокою, тому знання зимостійкості сортів є особливо важливим [19].

Серед різних погодних небезпек заморозки завдають найбільших економічних втрат у сільському господарстві [14, 18, 20]. Разовий приморозок може призвести до збитків у сотнях тисяч гривень у виробництві плодів і дерев [20].

Головними цілями наукової роботи селекції [16] були висока врожайність і сильна стійкість до патогенів, а не морозостійкість [3]. Хоча мороз різко обмежує форми життя і створює величезні економічні втрати, він не був настільки ретельно вивчений, як інші біотичні або абіотичні стреси, такі як посухостійкість. Основною причиною цього може бути те, що пошкодження виникають коли дерева здаються неактивними, а видимими вони стають лише в наступний вегетаційний період [2].

Під час річного циклу росту та спокою найбільш ризикованими є перехідні періоди восени та навесні. Саме тоді рослини найбільш вразливі та існує помірна ймовірність вимерзання. Ймовірність осінніх і весняних заморозків є досить високою [13]. Восени та навесні помірні заморозки можуть значно пошкодити дерева, але взимку температури, які завдають шкоди (тобто морозостійкість), набагато нижчі, ніж температури, з якими стикаються дерева [15].

У процесі еволюції яблуня пристосувалась до несприятливих і екстремальних для росту і розвитку екологічних умов у різні періоди року [9]. Стійкість сортів такої культури, як яблуня проти низьких температур протягом зими є важливою біологічною особливістю. Здатність сорту переносити весь комплекс несприятливих факторів зимового періоду багато в чому визначає продуктивність дерев. Водночас перевантаження дерев плодами знижує їх якість, морозостійкість та не забезпечує достатнє закладання генеративних бруньок під урожай наступного року [10, 21].

Тому основним напрямком підвищення продуктивності [5, 7], насаджень яблуні є поєднання максимального використання біологічного потенціалу сорту з строком контурного обрізуванням, що відіграє значну роль у процесі закладання генеративних бруньок [6, 8], уникненні або зменшенні періодичності плодоношення насаджень.

Мета дослідження. Метою нашого дослідження було вивчення впливу різних строків контурного обрізування дерев на морозостійкість. Виявити здатність дерев сортів Гала (Мітчгла), Голден Делішес (клон Б) та Джонаголд (Вілмута) витримувати певні мінусові температури та протистояти несприятливим умовам зимівлі.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в інтенсивному плодоносному насажденні яблуні, закладеному в 1995 р. у навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва. Оздоровлені кронувані саджанці сортів Гала (клон Мітчгла), Голден Делішес (клон Б) і Джонаголд (Вілмута) на підщепі М.9 Т337 посаджено зі схемою 4x1 м з краплинним зрошенням та сформовано за типом стрункового веретена. Система утримання ґрунту в міжряддях – дерново-перегнійна, в пристовбурних смугах – гербіцидний пар.

Дослід зі строками і способами обрізування закладено навесні 2016 р. у триразовому повторенні з п'ятьма обліковими деревами на ділянці. Дерев обрізували в фазах спокою (взимку, контроль 1), рожевий конус, під час цвітіння, в ранньолітній період (10 листків на прирості, контроль 2 – за рекомендаціями), а також протягом двох тижнів після збору врожаю. Способи обрізування – традиційний (вручну, контроль) і контурний з ручною доробкою міждеревного простору.

Дослідження з морозостійкості проводилися протягом 2017–2018 років, в кожного сорту визначали ступінь підмерзання всіх частин дерева, зокрема кори на штабмі та скелетних гілках, підмерзання деревини і одночасно проводили оцінку підмерзання генеративних бруньок та загальний ступінь підмерзання дерев.

Обліки і спостереження виконували відповідно до «Методики проведення польових досліджень з плодовими культурами» [4].

Виклад основного матеріалу дослідження. Вирішальне значення мають дані про ступінь підмерзання дерев плодоносного віку, які навантажені врожаєм перед зимою, як наприклад у 2017 р. У 2016 році спостерігалася висока врожайність, а пізніше закінчення вегетації та зниження температури повітря взимку до -22°C та -25°C і часті відлиги дали можливість встановити відношення досліджуваних сортів за різних способів і строків обрізування до екстремальних умов навколишнього середовища.

При досліджуванні виявлено різну стійкість сортів та частин пагонів проти низьких температур. За даними умовами дослідження (табл. 1), пошкодження низькими температурами дерев яблуні сорту Гала (Мітчгла) у варіантах за контурного обрізування з ручним доопрацюванням було не значним – 0,3–1,0 бала (за 6-ти бальною шкалою) [1]. Найменшого підмерзання зазнали дерева обрізування, яких виконували після збирання врожаю – 0,3 бала та у фазу рожевий конус – 0,5 бала. Найбільше підмерзання кори на штабмі і скелетних гілках виявлено в дерев за традиційного способу обрізування під час цвітіння та у контрольному варіанті взимку (1,2–1,4 бала).

Підмерзання багаторічної деревини у більшості досліджуваних варіантів сорту Гала (Мітчгла) за контурного обрізування було незначним – 0,5–1,4 бали, найменше підмерзання зафіксовано після збирання врожаю – 0,5 бали та у фазу рожевий конус – 0,7 що на 50–64% перевищувало контрольний варіант за традиційного обрізування. За роки досліджень пошкоджень однорічних приростів морозами не виявлено. Підмерзання генеративних бруньок становило від 0,8–1,5 балів. Найбільше значення досліджуваного показника відмічено за традиційного

обрізування взимку, рожевий конус та в ранньолітній період 1,5 балів, найменшого зафіксовано за контурного обрізування після збирання врожаю – 0,8 балів.

У середньому за роки досліджень, загальне підмерзання дало змогу виявити, що температура -22 °С та -25 °С не спричинила істотних пошкоджень флоєми, камбію, деревини, серцевини та генеративних бруньок. Найзагартованішими виявилися дерева за контурного обрізування 0,5–0,9 балів (на 42%) в порівнянні з традиційним обрізуванням.

Таблиця 1. Ступінь підмерзання дерев яблуні сорту Гала (Мітчгла) залежно від способу і строку обрізування (2017–2018 рр.), балів

Спосіб обрізування	Строк обрізування	Кора на штабмі і скелетних гілках	Деревина	Генеративна брунька	Загальне підмерзання
Традиційний, вручну	Взимку (κ)	1,4	1,4	1,5	1,2
	Рожевий конус	1,1	1,7	1,5	1,0
	Цвітіння	1,2	1,3	1,4	1,1
	Ранньолітній	1,2	1,3	1,5	1,3
	Після збирання врожаю	1,1	1,0	1,4	1,0
Контурний з ручним доопрацюванням	Взимку	1,0	1,4	1,4	0,9
	Рожевий конус	0,5	0,7	1,0	0,6
	Цвітіння	0,8	1,2	1,2	0,7
	Ранньолітній	0,6	0,8	1,2	0,8
	Після збирання врожаю	0,3	0,5	0,8	0,5
НІР ₀₅		0,5	0,5	0,4	0,6

Під час глибокого спокою при низьких температурах -22 °С та -25 °С в сорту Голден Делішес (клон Б) виявлено різний ступінь ушкодження кори до низьких температур на штабмі, скелетних гілках, деревини та генеративних бруньках (табл. 2). Найбільше значення аналізованого показника відмічено за традиційного обрізування взимку (*контроль*) та під час цвітіння 1,7–1,8 бала, що істотно більше підмерзання в порівнянні з контурним обрізуванням в ті ж сам строки. Найбільш вразливими до морозу виявились верхівкова брунька та генеративні бруньки за традиційного обрізування взимку (*контроль*) – 2,2 бала.

Стійкими до морозу були тканини середньої та верхньої частини пагона у міжвузлі. За низькими температурами -22 °С та -25 °С пошкодження при загальному підмерзанні було найменшим за контурного обрізування у фазу рожевий конус та після збирання врожаю 0,6–0,7 бала, найбільшим за традиційного ручного обрізування взимку (*контроль*) 1,4 бала.

Отже, стійкість плодівих частин дерев яблуні сорту Голден Делішес (клон Б) до низьких температур впливає на майбутню врожайність та архітектуру рослини в цілому. Тому вивчення їх стійкості при низьких температурах залежно від способу та строку обрізування яблуні, дозволить прогнозувати та контролювати навантаження дерев плодами, а в результаті і врожайність насаджень.

Таблиця 2. Ступінь підмерзання дерев яблуні сорту Голден Делішес (клон Б) залежно від способу і строку обрізування (2017–2018 рр.), балів

Спосіб обрізування	Строк обрізування	Кора на штабмі і скелетних гілках	Деревина	Генеративна брунька	Загальне підмерзання
Традиційний, вручну	Взимку (κ)	0,4	1,7	2,2	1,4
	Рожевий конус	0,6	1,4	1,6	1,2
	Цвітіння	0,5	1,8	1,7	1,3
	Ранньолітній	0,6	1,5	1,7	1,3
	Після збирання врожаю	0,6	1,2	1,9	1,2
Контурний з ручним доопрацюванням	Взимку	0,4	1,0	1,6	1,0
	Рожевий конус	0,2	0,6	1,0	0,6
	Цвітіння	0,4	0,7	1,4	0,8
	Ранньолітній	0,3	0,8	1,2	0,9
	Після збирання врожаю	0,2	0,4	0,9	0,7
НІР ₀₅		0,4	0,5	0,6	0,7

При температурі $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ у сорту Джонаголд (Вілмута) виявлені незначні пошкодження кори на штабмі та скелетних гілок за контурного обрізування (табл. 3). Найменші пошкодження зафіксовано у фазу рожевий конус, під ас цвітіння та після збирання врожаю – 0,2 бала. Серед різних строків обрізування за традиційного способу вищою морозостійкістю відзначалися варіанти у фазу рожевий конус та після збирання врожаю 1,6–1,7 бала. Серед досліджуваних варіантів найбільші пошкодження деревини відмічено в ранньолітній строк за традиційного обрізування 2,1 бала та у контрольному варіанті взимку – 2,0 бала.

Найменші пошкодження тканин генеративних бруньок при температурі $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ виявилися у досліджуваних варіантах за контурного обрізування від 1,0 до 1,7 бала, у фазу рожевого конуса та після збирання врожаю (1,0–1,1 бала). Слід відзначити, що про температурі $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ пошкодження генеративних бруньок за традиційного обрізування вручну становило 2,2 бала.

Таблиця 3. Ступінь підмерзання дерев яблуні сорту Джонаголд (Вілмута) залежно від строків обрізування (2017–2018 рр.), балів

Спосіб обрізування	Строк обрізування	Кора на штабмі і скелетних гілках	Деревина	Генеративна брунька	Загальне підмерзання
Традиційний, вручну	Взимку	1,2	2,0	2,2	1,5
	Рожевий конус	0,8	1,7	1,8	1,3
	Цвітіння	0,8	1,9	2,0	1,4
	Ранньолітній	0,6	2,1	2,1	1,4
	Після збирання врожаю	0,5	1,6	1,8	1,2
Контурний з ручним доопрацюванням	Взимку	0,6	1,3	1,7	1,0
	Рожевий конус	0,2	0,9	1,0	0,7
	Цвітіння	0,2	0,9	1,5	0,9
	Ранньолітній	0,4	1,2	1,4	0,9
	Після збирання врожаю	0,2	0,8	1,1	0,6
НІР ₀₅		0,3	0,5	0,6	0,7

Найбільше загальне підмерзання досліджуваного сорту Джонаголд (Вілмута) відмічено традиційного ручного обрізування контрольного варіанту взимку 1,5 бала. Аналіз пошкодження тканин загального підмерзання за контурного обрізування в порівнянні з традиційним його виконанням показав кращі результати, а саме після збирання врожаю та у фазу рожевий конус 0,6–0,7 бала.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, за досліджуваними даними виявлено різну стійкість помологічних сортів Гала (Мітчгла), Голден Делішес (клон Б) та Джонаголд (Вілмута) та різних частин пагона до низьких мінусових температур. Найбільш вразливими до ушкоджень морозом виявилися пагони та генеративні утворення за традиційного обрізування. Стійкими проти морозу були тканини середньої та верхньої частини пагона. Найменше підмерзання спостерігали за контурного обрізування у фазу рожевого конуса та після збирання врожаю, що показали найкращу морозостійкість тканин порівняно з іншими варіантами.

Контурне обрізування з ручним доопрацюванням позитивно впливає на морозостійкість тканин камбію.

Список використаних джерел

- Бублик М. О., Патица Т. І., Китаєв О. І., Макарова Д. Г., Кривошапка В. А., Гончарук Ю. Д. Лабораторні та польові методи визначення морозостійкості плодкових порід і культур. К.: Інститут садівництва НААН України. 2013. 26 с.
- Гаврилук О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М. Морозостійкість яблуні колоноподібного типу методом прямого проморожування. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2022. № 6 (100). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2022_6_6 (дата звернення: 12.02.2024).
- Гаврилук О. С., Кондратенко Т. Є., Гончарук Ю. Д. Особливості формування продуктивності колоноподібної яблуні. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 6 (795). С. 27–34. DOI: 10.31073/agrovisnyk201906-04.
- Кондратенко П. В., Бублик М. О. Методика проведення досліджень з плодовими культурами. К.: Аграрна наука, 1996. 95 с.
- Леус В. В., Муленок Я. О. Економічна ефективність застосування механізованого обрізування інтенсивних насаджень яблуні в умовах лівобережного Лісостепу України. *100-річчя формування національних сортових рослинних ресурсів України: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 29 вересня 2023 р.* Київ: УІЕСР, 2023. С. 66–67.
- Леус В. В., Шубенко Л. А., Муленок Я. О. Механізоване обрізування інтенсивних насаджень яблуні в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 69–73.
- Мельник О. В., Муленок Я. О. Продуктивність й економічна оцінка насаджень яблуні на підщепі М.9 залежно від способу та строку обрізування крони. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування*. 2020. № 2 (84). 14 с. DOI: [dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.012](https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.012).

8. Муленок Я. О., Леус В. В. Вплив механізованого обрізування на формування показників товарної якості плодів яблуні. *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Біла Церква, 26 жовтня 2023 р. Біла Церква: Білоцерківський НАУ, 2023. С. 8–9.
9. Потанін Д. В., Грохольський В.В., Китаєв О.І, Бублик М.О. Вивчення морозостійкості плодкових порід лабораторним методом прямого проморожування. *Садівництво*. 2005. № 56. С. 170–180.
10. Тарнавська К. П. Зимостійкість і морозостійкість клонів яблуні (*Malus domestica* Borkh.) сорту Джонаголд вітчизняної селекції. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 4. С. 74–77. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2018_4_14 (дата звернення: 15.02.2024).
11. Childers N. F., Pear and Quince Culture, In: *Fruit Science, Orchard and Small Fruit Management*, by RW Gregory (Ed), J. B. Lippincott Co., NY, 1949, Chapt. 13, pp. 248–273.
12. Chandler W. H. Cold resistance in horticultural plants: A review. *Proceedings of American Society for Horticultural Sciences*, 1954. Vol. 64, P. 552–572.
13. Fady B., Ducci F., Aleta N., Becquey J., Vazquez R. D., Lopez F., Jay-Allemand C., Lefèvre F., Ninot A., Panetsos K., Paris P., Pisanelli A., Rumpf H. Walnut demonstrates strong genetic variability for adaptive and wood quality traits in a network of juvenile field tests across Europe. *New Forests*. 2003. No. 25. P. 211–225. doi: 10.1023/A:1022939609548
14. Havryliuk O., Kondratenko T., Mazur B., Tonkha O., Andrusyk Y., Kutovenko V., Yakovlev R., Kryvoshapka V., Trokhymchuk A., Dmytrenko Y. Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. *Agronomy research*. 2022. Vol. 20, No. 2. P. 241–260. doi: 10.15159/AR.22.031
15. Kollas C., Koerner C., Randin C. F. Spring frost and growing season length co-control the cold range limits of broad-leaved trees. *Journal of Biogeography*. 2014. Vol. 41, No. 4. P. 773–783. doi: 10.1111/jbi.12238
16. Manchester S. R. Early history of the Juglandaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 1989. No. 162, P. 231–250. doi: 10.1007/BF00936919
17. Modlibowska I. Frost injury to apples. *Journal of Horticultural Science*, 1946. 22, 46–50. <https://doi.org/10.1080/03683621.1946.11513629>
18. Snyder R. L., Melo-Abreu J. P. Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics. Environment and Natural Resources Series. Rome: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 2005. 223 p. URL: <https://www.fao.org/3/y7231e/y7231e.pdf>.
19. SZALAY L., BAKOS J. L., TÓTH M. Frost hardiness of apple generative buds during dormancy. *Acta Agriculturae Slovenica*, 2022. 118(4), 1–7. <https://doi.org/10.14720/aas.2022.118.4.2677>
20. Vasylenko O., Kondratenko T., Havryliuk O., Andrusyk Y., Kutovenko V., Dmytrenko Y., Grevtseva N., Marchyshyna Y. The study of the productivity potential of grape varieties according to the indicators of functional activity of leaves. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. No. 15. P. 639–647. doi: 10.5219/1638
21. Yaacoubi A., El Jaouhari N., Bourioug M., El Youssfi L., Cherroud S., Bouabid R., Chaoui M., Abouabdillah A. Potential vulnerability of Moroccan apple orchard to climate change-induced phenological perturbations: effects on yields and fruit quality. *Int. J. Biometeorol.* 2020. 64, 377–387. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01821-y>

Mulienok Y. O.

Candidate of Agricultural Sciences,

*Assistant at the Department of Fruit and Vegetable Growing and Storage of Plant Products
Higher Educational Institution “State Biotechnological University”*

Kharkiv, Ukraine

E-mail: kravczova.190691@ukr.net

ORCID: 0000-0001-9015-852X

Melnyk O. V.

Doctor of Agricultural Sciences,

*Professor at the Department of Fruit Growing and Viticulture,
Higher Educational Institution “Uman National University of Horticulture”*

Uman, Ukraine

E-mail: novsad@ukr.net

ORCID: 0000-0002-6707-5731

Leus V. V.

Candidate of Agricultural Sciences,

*Associate Professor at the Department of Fruit and Vegetable Growing and Storage of Plant Products,
Higher Educational Institution “State Biotechnological University”*

Kharkiv, Ukraine

E-mail: vitaliyleus79@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7417-5968

FROST RESISTANCE OF APPLE TREES DEPENDING ON THE TECHNIQUE AND TERM OF PRUNING IN THE CONDITIONS OF THE FOREST STEPPE ZONE OF UKRAINE

Abstract

To estimate the risk of frosts is critical for the production of fruits and for horticulture as a whole. And minimal air temperatures can cause the damage of fruit plantations.

The purpose of the research was to identify the frost resistance of the cultivars, when different techniques and terms of pruning were applied to the apple trees on dwarf rootstock M.9., T337, and to determine the ability of the trees, cvs. Gala (Mitchgla), Golden Delicious (Clone B) and Jonagold (Vilmuta) to survive at minus temperatures and to resist the unfavorable winter conditions.

The research aimed at studying the frost resistance was conducted in the years of 2017 – 2018; a frosting degree of all parts of a tree was determined for each cultivar, namely, a bark on a trunk and on skeleton branches and wood freezing; along with this, the estimation of generative bud freezing and a total degree of tree freezing was made.

The paper contains the results of the research concerning the effect of the pruning technique and terms on the frost resistance of shoot tissue and generative buds of the trees, cvs. (Mitchgla), Golden Delicious (clone B) and Jonagold (Vilmuta), grown on rootstock M.9 T337 in the irrigated orchard. It was found out that shoots and generative buds of the studied cultivars appeared to be vulnerable to damage when traditional pruning was applied. Tissues of the middle and upper part of a shoot turned to be resistant to frost. The least freezing was recorded when contour pruning was done in a phase of pink cone and after harvesting; all this led to the best frost resistance of the tissues as compared with other treatments.

Based on the results of the studying of all pomological cultivars, it is to be stated that the least damage is typical for the treatment of contour pruning: also the cambium tissues of a tree are less damaged in the term of a pink cone phase and after harvesting. As our research proves, the tissues of a cambium layer of the studied pomological cultivars are more frost resistance; this factor depends on several conditions though, namely, a tree age, a cultivar, farm practices, climate.

Key words: apple tree, frost resistance, shoots, generative bud, contour pruning, pruning term.

References

1. Bublyk, M.O., Patyka, T.I., Kytaiev, O.I., Makarova, D.H., Kryvoshapka, V.A., & Honcharuk, Yu.D. (2013). Laboratorni ta polovi metody vyznachennia morozostiikosti plodovykh porid i kultur [Laboratory and field methods of determining the frost resistance of fruit breeds and crops]. *Institute of Horticulture of the National Academy of Sciences of Ukraine*. 26 p. [in Ukrainian].
2. Havryliuk, O.S., Kondratenko, T.Ie., & Mazur, B.M. (2022). Morozostiikist yabluni kolonopodibnoho typu metodom priamoho promorozhuvannia [Frost resistance of columnar apple trees by direct freezing.]. *Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*. 2022. Vol. 6 (100). Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2022_6_6 (Access date: 12.02.2024) [in Ukrainian].
3. Havryliuk, O.S., Kondratenko, T.Ie., & Honcharuk, Yu.D. (2019). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti kolonopodibnoi yabluni [Peculiarities of forming the productivity of a columnar apple tree]. *Herald of Agrarian Science*. Vol. 6 (795). P. 27–34. DOI: 10.31073/agrovisnyk201906-04 [in Ukrainian].
4. Kondratenko, P.V., & Bublyk, M.O. (1996). Metodyka provedennia polovykh doslidzen z plodovymy kulturamy [Methods of field research with fruit crops]. *Agrarian science*. 95 pp. [in Ukrainian].
5. Leus, V.V., & Muliienok, Ya.O. (2023). Ekonomichna efektyvnist zastosuvannia mekhanizovanoho obrizuvannia intensyvykh nasadzen yabluni v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Economic effectiveness of mechanized pruning of intensive apple plantations in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine. *100th anniversary of the formation of national varietal plant resources of Ukraine: materials of the international science and practice conference*, (Kyiv, September 29, 2023)]. Kyiv UIESR. P. 66–67 [in Ukrainian].
6. Leus, V.V., Shubenko, L.A., & Muliienok, Ya.O. (2023). Mekhanizovane obrizuvannia intensyvykh nasadzen yabluni v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Mechanized pruning of intensive apple plantations in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Agrarian innovations*. 2023. Vol. 22. P. 69–73 [in Ukrainian].
7. Melnyk, O.V., & Muliienok, Ya.O. (2020). Produktyvnist y ekonomichna otsinka nasadzen yabluni na pidshchepi M.9 zalezno vid sposobu ta stroku obrizuvannia krony [Productivity and economic evaluation of apple tree plantations on rootstock M.9 depending on the method and timing of crown pruning]. *Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management*. Vol. 2 (84). 14 p. DOI: [dx.doi.org/10.31548/dopovid2020.02.012](https://doi.org/10.31548/dopovid2020.02.012) [in Ukrainian].
8. Muliienok, Ya.O., & Leus, V.V. (2023). Vplyv mekhanizovanoho obrizuvannia na formuvannia pokaznykiv tovarnoi yakosti plodiv yabluni [The influence of mechanized pruning on the formation of indicators of the marketable quality of apple fruits. *Innovative technologies in agronomy, land management, electric power, forestry and horticulture: materials of the international scientific and practical conference* (Bila Tserkva, October 26, 2023)]. Bilotserkivskiyi NAU. P 8–9 [in Ukrainian].
9. Potanin, D.V., Hrokholskyi, V.V., Kytaiev, O.I., & Bublyk, M.O. (2005). Vychennia morozostiikosti plodovykh porid laboratornym metodom priamoho promorozhuvannia [Study of frost resistance of fruit species by the laboratory method of direct freezing]. *Gardening*. Vol. 56. P. 170–180 [in Ukrainian].
10. Tarnavska, K.P. Zymostiikist i morozostiikist kloniv yabluni (*Malus domestica* Borkh.) sortu Dzhonahold vitchyzniano selektsii. [Winter hardiness and frost resistance of apple tree clones (*Malus domestica* Borkh.) of the Jonagold variety of domestic selection]. *Herald of Agrarian Science*. Vol. 4. P. 74–77. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2018_4_14 (Access date: 02/15/2024) [in Ukrainian].
11. Chandler, W.H. (1954). Cold resistance in horticultural plants: A review. *Proceedings of American Society for Horticultural Sciences*, Vol. 64, P. 552–572.
12. Childers, N.F. (1949). Pear and Quince Culture, In: *Fruit Science, Orchard and Small Fruit Management*, by RW Gregory (Ed), J B Lippincott Co., NY, Chapt. 13, pp. 248–273.

13. Fady, B., Ducci, F., Aleta, N., Becquey, J., Vazquez, R.D., & Lopez, F., et al. (2003). Walnut demonstrates strong genetic variability for adaptive and wood quality traits in a network of juvenile field tests across Europe. *New Forests*. Vol. 25. P. 211–225. doi: 10.1023/A:1022939609548.
14. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Tonkha, O., Andrusyk, Y., Kutovenko, V., et al. (2022). Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. *Agronomy research*. Vol. 20, No. 2. P. 241–260. doi: 10.15159/AR.22.031.
15. Kollas, C., Koerner, C., & Randin, C.F. (2014). Spring frost and growing season length co-control the cold range limits of broad-leaved trees. *Journal of Biogeography*. Vol. 41, No. 4. P. 773–783. doi: 10.1111/jbi.12238.
16. Manchester, S.R. (1989). Early history of the Juglandaceae. *Plant Systematics and Evolution*. Vol. 162, P. 231–250. doi: 10.1007/BF00936919.
17. Modlibowska, I. (1946). Frost injury to apples. *Journal of Horticultural Science*, 22, 46–50. <https://doi.org/10.1080/03683621.1946.11513629>.
18. Snyder, R.L., & Melo-Abreu, J.P. (2005). Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics. Environment and Natural Resources Series. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 223 p. Retrieved from: <https://www.fao.org/3/y7231e/y7231e.pdf>.
19. SZALAY, L., BAKOS, J. L., & TÓTH, M. (2022). Frost hardiness of apple generative buds during dormancy. *Acta Agrariae Slovenica*, 118(4), 1–7. <https://doi.org/10.14720/aas.2022.118.4.2677>.
20. Vasilenko, O., Kondratenko, T., Havryliuk, O., Andrusyk, Y., Kutovenko, V., Dmytrenko, Y., et al. (2021). The study of the productivity potential of grape varieties according to the indicators of functional activity of leaves. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. No. 15. P. 639–647. doi: 10.5219/1638.
21. Yaacoubi, A., El Jaouhari, N., Bouriou, M., El Youssfi, L., Cherroud, S., Bouabid, R., Chaoui, M., & Abouabdillah, A. (2020). Potential vulnerability of Moroccan apple orchard to climate change-induced phenological perturbations: effects on yields and fruit quality. *Int. J. Biometeorol.* 64, 377–387. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01821-y>.