МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЛИТВИНЕНКО ОЛЕГ БОРИСОВИЧ

УДК 634.23:632.3:578.2

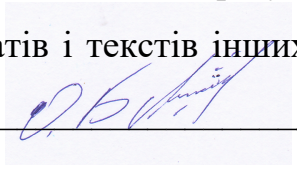
ДИСЕРТАЦІЯ

ФОРМУВАННЯ КРОНИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

203 Садівництво та виноградарство
20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



_____Литвиненко О.Б.

Науковий керівник: **Заморський Володимир Васильович,** доктор сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2026

АНОТАЦІЯ

Литвиненко О.Б. Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні в умовах Правобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 203 «Садівництво та виноградарство» — Уманський національний університет, Умань, 2026.

У дисертаційній роботі на основі результатів експериментальних досліджень виявлено загальні закономірності ростових процесів та формування продуктивності дерев яблуні імунних сортів залежно від типу крони в умовах Правобережного Лісостепу України. Автором поглиблено фундаментальні знання з анатомічної будови вегетативних і генеративних утворень імунних сортів яблуні, архітектоніки дерев залежно від форми крони. В умовах Правобережного Лісостепу досліджено фотосинтетичну продуктивність, адаптивний та продукційний потенціал імунних сортів яблуні. Визначено економічну ефективність формування різних типів крони для вирощування імунних сортів яблуні Флоріна, Моді та Ред Топаз.

Дослідження росту і продуктивності насаджень яблуні імунних сортів залежно від типу формування крони проводили в насадженнях яблуні Уманського національного університету за тематичним планом “Удосконалення існуючих і розробка нових технологій вирощування садивного матеріалу, плодів, ягід та винограду в Правобережному Лісостепу України” (ДР №0111U001928).

Вирощування імунних до хвороб сортів яблуні є науково обґрунтованим та економічно ефективним напрямом сучасного інтенсивного садівництва. Завдяки високому рівню природної стійкості до хвороб, знижується потреба в хімічних засобах захисту, мінімізуються ризики екологічного забруднення. Значний рівень продуктивності, високі смакові властивості плодів та задовільна лежкість забезпечують їхнє широке

впровадження в садівничу практику.

Встановлено, що система формування крони «французька вісь» позитивно впливає на розвиток провідних тканин однорічних пагонів та сприяє покращенню морфометричних параметрів листків. У дерев сорту Флоріна формування за типом «французька вісь» сприяє формуванню найбільш розвинених провідних тканин та потовщених листків. У сорту Моді – вплив проявляється переважно у збільшенні товщини листкової пластинки. Помологічний сорт Ред Топаз має найслабше розвинені анатомічні структури.

Доведено, що форма крони є важливим фактором анатомічної диференціації генеративних бруньок яблуні, однак ступінь її впливу значною мірою визначається особливостями сортів. Формування крони дерев за типом «французька вісь» переважно сприяє розвитку більш потужних генеративних утворень. Форма крони істотно впливає на архітектоніку дерев імунних сортів яблуні, проте з вираженими характерними особливостями сортів. Формування типу крони «струнке веретено» сприяє збільшенню загальної кількості пагонів у всіх досліджуваних сортів, в тому числі плодових утворень. Нижня крони характеризується більшою кількістю плодових утворень за обох типів її формування.

Досліджено, що інтенсивність органогенезу змішаних бруньок імунних сортів яблуні залежить як від формування крони дерев, так і від особливостей сорту та погодних умов року. Формування крони дерев за типом «французька вісь» переважно демонструє нижчі значення ІЕМ у серпні, що свідчить про інтенсивніший перебіг органогенезу.

Виявлено, що впродовж ведення досліджень пошкоджень дерев низькими температурами в зимовий період не виявлено. Більш стійкими до весняних заморозків є квітки дерев усіх досліджуваних сортів яблуні сформованих за типом крони «струнке веретено», де ступінь пошкодження був нижчим на 1,3-4,8 % для маточок та на 3,8-8,7 % для інших частин квітки.

Освітленість дерев яблуні з формою крони «французька вісь» в різних за висотою частинах крони виявилась вища на 6,5-11,5 % у дерев сорту Флоріна,

5,4-25,8 % – Моді та 26,5-28,1 % – Ред Топаз. Форма крони достовірно впливає на освітленість у дерев сорту Флоріна на висоті 1,5 м, у Моді – 1 та 1,5 м та у дерев сорту Ред Топаз на усіх рівнях крони.

Тип формування крони достовірно впливав на висоту дерев лише у сорту Ред Топаз з максимальними значеннями досліджуваного показника у дерев сорту Флоріна з типом крони «струнке веретено». Формування крони за типом «стрункого веретена» сприяло значно більшому нарощуванню діаметру штамбу у всіх досліджуваних сортів яблуні з різницею 2-7,2 мм залежно від сорту.

Формування дерев за типом «французька вісь» сприяє активнішому росту пагонів. Середня довжина пагона усіх досліджуваних сортів яблуні достовірно залежить від типу формування крони. У дерев, сформованих за типом «французька вісь» середня довжина пагона була більшою на 11,3-16,7 %.

Доведено, що формування дерев яблуні за типом крони «французька вісь» сприяє нарощуванню на 32-35 % більшої асиміляційної поверхні, потовщенню листкової пластинки на 7,7-30,1 %, створює оптимальні умови для накопичення суми хлорофілів в листках усіх досліджуваних сортів з різницею в 1,2-1,6 рази порівняно з формою «струнке веретено». Чиста продуктивність фотосинтезу листків за формування крони за типом «французька вісь» на 9,7-18,8 % більша порівняно з формою «струнке веретено».

Вища продуктивність фітомаси виявлена за формування крони дерев за типом «французька вісь», натомість у дерев сформованих за типом «струнке веретено» більша вегетативна маса. За обсягом фітомаси винесеної з обрізуванням вирізнялися дерева сортів Флоріна та Ред Топаз з типом крони «струнке веретено», за відсутності достовірної різниці у дерев сорту Моді.

Формування крони дерев за типом «струнке веретено» забезпечує більшу кількість квіток у дерев сортів Флоріна та Моді, зав’язі – у всіх досліджуваних сортів з рівнем корисної зав’язі що в 1,2-1,5 разів перевищує

значення показника дерев з типом крони «французька вісь». Формування крони дерев за типом «французька вісь» сприяє більшій стабільності досліджуваних показників, що забезпечує кращий баланс між ростом і плодоношенням.

Доведено, що формування дерев імунних сортів яблуні за типом «струнке веретено» забезпечує на 8,6-22,1 % врожайність вищу, тоді «французька вісь» сприяє більш стабільному плодоношенню. Питома продуктивність насаджень вища у дерев сортів Флоріна та Ред Топаз з типом крони «французька вісь», тоді як у сорту Моді – «струнке веретено». Формування крони дерев за типом «французька вісь» збільшує крупність плодів (на 29,1-34,1 %, залежно від сорту), підвищує вихід вищого товарного сорту у середньому на 5,8-7,1 % у всіх досліджуваних сортів та I товарного сорту на 2,2-3,3 % у насадженнях сортів Моді та Ред Топаз. В насадженнях з формою крони «струнке веретено» більша частка II товарного сорту.

Плоди яблуні імунних сортів вирощених за формування крони «струнке веретено» накопичують, у середньому, на 0,6 % вищий вміст сухих розчинних речовин за статистичного достовірної різниці у сортів Флоріна та Моді, на 0,5-0,8 % вищий вміст цукрів у всіх досліджуваних сортів за відсутності достовірної різниці залежно від типу крони за вмістом титрованих кислот.

Для насаджень сорту Ред Топаз економічно ефективнішою виявилася форма крони «французька вісь», яка забезпечила вищу врожайність, прибуток і скорочення строку окупності капіталовкладень. Для сортів Флоріна та Моді більш економічно доцільною виявилась система формування крони «струнке веретено», що забезпечила зниження собівартості на 3–5 % та підвищення рентабельності на 15,7–28,8 %. Найвищу економічну ефективність вирощування забезпечує сорт яблуні Ред Топаз незалежно від форми крони.

Ключові слова: яблуня, імунний сорт, морфогенез, анатомія листків, пагонів, бруньки, архітектоніка дерев, хлорофіл, чиста продуктивність

фотосинтезу, баланс фітомаси, квітування яблуні, урожайність, економічна ефективність.

ABSTRACT

Lytvynenko, O.B. Crown Formation and Productivity of Immune Apple Varieties in the Right-Bank Forest-Steppe Region of Ukraine. – Qualifying scientific thesis in manuscript form. Doctoral dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 203 “Horticulture and Viticulture” — Uman National University, Uman, 2026.

Based on the results of experimental studies, this dissertation identifies general patterns of growth processes and the formation of productivity in immune apple tree varieties depending on crown type in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The author has deepened fundamental knowledge of the anatomical structure of vegetative and generative structures of immune apple varieties, as well as the architecture of trees depending on crown shape. Under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe, the photosynthetic productivity, adaptive, and production potential of immune apple varieties were investigated. The economic efficiency of forming different crown types for growing the immune apple varieties Florina, Modi, and Red Topaz was determined.

Studies of the growth and productivity of apple orchards of immune varieties depending on the type of crown formation were conducted in the apple orchards of Uman National University under the thematic plan “Improvement of existing and development of new technologies for growing planting material, fruits, berries, and grapes in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine” (DR No. 0111U001928).

The cultivation of disease-resistant apple varieties is a scientifically sound and economically efficient approach in modern intensive orchard management. Thanks to their high level of natural disease resistance, the need for chemical pesticides is reduced, and the risks of environmental pollution are minimized. Significant productivity, excellent fruit flavor, and satisfactory storage life ensure their widespread adoption in horticultural practice.

It has been established that the “French axis” crown training system positively influences the development of the vascular tissues in one-year-old shoots and contributes to improved leaf morphometric parameters. In Florina trees, “French axis” training promotes the formation of the most developed vascular tissues and thickened leaves. In the Modi variety, the effect is manifested primarily in an increase in leaf blade thickness. The Red Topaz pomological variety has the least developed anatomical structures. It has been proven that crown shape is an important factor in the anatomical differentiation of apple tree generative buds; however, the extent of its influence is largely determined by varietal characteristics.

Training trees to a “French axis” crown type predominantly promotes the development of more robust generative structures. Crown shape significantly influences the architecture of immune apple tree varieties, though with distinct varietal characteristics. Training the crown in the “slender spindle” style increases the total number of shoots in all studied varieties, including fruiting shoots. The lower part of the crown is characterized by a greater number of fruiting shoots in both types of crown formation.

It has been found that the intensity of organogenesis in mixed buds of immune apple varieties depends both on the crown formation of the trees and on the characteristics of the variety and the weather conditions of the year. Crown formation of the “French axis” type predominantly shows lower IEM values in August, indicating a more intense course of organogenesis.

It was found that no damage to trees caused by low temperatures was observed during the winter period. The flowers of all studied apple varieties trained in the “slender spindle” crown shape were more resistant to spring frosts, with damage levels 1.3–4.8% lower for pistils and 3.8–8.7% lower for other parts of the flower.

Light exposure in apple trees with a “French axis” crown shape at different heights within the crown was 6.5–11.5% higher in Florina trees, 5.4–25.8% higher in Modi trees, and 26.5–28.1% higher in Red Topaz trees. Crown shape

significantly affects light exposure in Florina trees at a height of 1.5 m, in Modi trees at 1 and 1.5 m, and in Red Topaz trees at all levels of the crown.

The type of crown formation had a significant effect on tree height only in the Red Topaz variety, with the highest values of the studied indicator observed in Florina trees with a “slender spindle” crown type. “Slender spindle” crown training contributed to a significantly greater increase in trunk diameter in all studied apple varieties, with a difference of 2–7.2 mm depending on the variety.

“French axis” crown training promotes more active shoot growth. The average shoot length of all studied apple varieties significantly depends on the type of crown formation. In trees trained using the “French axis” method, the average shoot length was 11.3–16.7% greater. It has been proven that training apple trees using the “French axis” crown type contributes to a 32–35% increase in the assimilation surface area, a 7.7–30.1% thickening of the leaf blade, and creates optimal conditions for the accumulation of chlorophyll in the leaves of all studied varieties, with a 1.2–1.6-fold difference compared to the “slender spindle” form. The net photosynthetic productivity of leaves with a “French axis” crown shape is 9.7–18.8% higher compared to the “slender spindle” form.

Higher phytomass productivity was observed in trees with a “French axis” crown shape, whereas trees with a “slender spindle” crown shape had greater vegetative mass. In terms of the volume of phytomass removed during pruning, trees of the Florina and Red Topaz varieties with a “slender spindle” crown type stood out, while no significant difference was observed in trees of the Modi variety.

Pruning trees to a “slender spindle” shape results in a higher number of flowers on Florina and Modi trees and a higher number of fruit set on all studied varieties, with the percentage of viable fruit set being 1.2–1.5 times higher than that of trees pruned to a “French axis” shape. Shaping the tree crown in the “French axis” style promotes greater stability of the studied indicators, ensuring a better balance between growth and fruiting.

It has been proven that training immune apple varieties using the “slender spindle” method yields 8.6–22.1% higher productivity, whereas the “French axis”

method promotes more stable fruiting. The specific productivity of orchards is higher in trees of the Florina and Red Topaz varieties with a “French axis” crown type, whereas in the Modi variety—a “slender spindle.” Training the crown of trees in the “French axis” style increases fruit size (by 29.1–34.1%, depending on the variety), increases the yield of the highest commercial grade by an average of 5.8–7.1% for all studied varieties and the first commercial grade by 2.2–3.3% in plantings of the Modi and Red Topaz varieties. In orchards with a “slender spindle” canopy shape, a higher proportion of Grade II marketable fruit is observed. The fruits of immune apple varieties grown using the “slender spindle” training system accumulate, on average, 0.6% higher soluble solids content with a statistically significant difference in the Florina and Modi varieties, and 0.5–0.8% higher sugar content in all studied varieties, with no significant difference in titratable acid content depending on crown type.

For Red Topaz plantings, the “French axis” crown shape proved to be more economically efficient, providing higher yields, profits, and a shorter payback period for capital investments. For the Florina and Modi varieties, the “slender spindle” crown training system proved to be more economically viable, resulting in a 3–5% reduction in production costs and a 15.7–28.8% increase in profitability. The Red Topaz apple variety provides the highest economic efficiency regardless of crown shape.

Keywords: apple tree, immune variety, morphogenesis, anatomy of leaves, shoots, buds, tree architecture, chlorophyll, net photosynthetic rate, biomass balance, apple tree flowering, yield, economic efficiency.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Заморський В.В., Литвиненко О.Б. Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань. 2024. Вип. 104. Ч. 1:Сільськогосподарські науки. С. 243-248. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-243-248.
2. Литвиненко О.Б. Динаміка росту пагонів імунних сортів яблуні // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань. 2024. Вип. 105. Ч. 1:Сільськогосподарські науки. С. 213-217. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-105-1-213-217.
3. Заморський В.В., Литвиненко О.Б. Анатомічні особливості пагонів і листків яблуні залежно від сорту та форми крони // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань. 2025. Вип. 107. Ч. 1:Сільськогосподарські науки. С. 78-84. DOI: 10.32782/2415-8240-2025-107-1-78-83

Матеріали наукових конференцій:

4. Литвиненко Олег, Заморський Володимир. Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні //Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні Матеріали VII міжнародної наукової конференції, присвяченої Глобальному саміту миру (19–23 червня 2024 року) Умань. Видавець «Сочінський М. М.» С.123-125.
5. Литвиненко Олег. Механізовані застосунки для боротьби з бур'янами в інтенсивних насадженнях яблуні // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали V Міжнародної наук.-практичної конференції молодих учених (Запоріжжя, 03-28 лютого 2025 р.) / ТДАТУ: Запоріжжя, 2025. – С.193-194.
6. Литвиненко Олег. Особливості формування крон імунних сортів яблуні в інтенсивних насадженнях // Матеріали доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва» (20-21 березня 2025 року), Миколаїв, 2025, С.60-62.

7. Литвиненко Олег. Екологічні аспекти вирощування сортів яблуні в сучасних садах // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції «Філософія саду і садівництва в світовій культурі: джерела та новітні інтерпретації», Умань, 2025, С.387-389.
8. Литвиненко Олег, Заморський Володимир. Продукційний процес імунних сортів яблуні в інтенсивних насадженнях //Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні Матеріали VIII міжнародної наукової конференції, присвяченої 170 -річчю від дня народження Миколи Феофановича Кащенка (22–25 червня 2025 року) Умань. Видавець «Сочінський М. М.» С.149-152.
9. Литвиненко О., Заморський В. Рівень освітленості крони дерев імунних сортів яблуні залежно від способу формування. Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасні аспекти раціонального землекористування» (6–7 листопада 2025 року), Поліський національний університет. Житомир. С. 86-87.
10. Литвиненко О., Заморський В. Вплив форми крони на діаметр штамбу імунних сортів яблуні: Матеріали дев'ятої Всеукраїнської Наукової інтернет-конференції «Інновації в садівництві» 20 листопада 2025 року. Умань. С.46-77.
11. Литвиненко О., Заморський В. Винесення поживних речовин фітомаси яблуні з обрізкою: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» 20–21 листопада 2025 року. Умань. С.46-77.

ЗМІСТ

ВСТУП		14
РОЗДІЛ 1.	ПРОДУКТИВНІСЬ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХНЬОЇ АГРОТЕХНІКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	19
	1.1. Біологічні особливості імунних сортів яблуні	19
	1.2. Формування крони імунних сортів яблуні	28
	1.3 Рівень продуктивності імунних сортів яблуні	35
РОЗДІЛ 2	УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	45
	2.1. Місце проведення та погодні умови у роки досліджень	45
	2.2. Характеристика ґрунту дослідних насаджень	50
	2.3. Схеми та об'єкти досліджень	51
	2.4. Методика формування крони	53
	2.5. Методика і методи проведення досліджень	56
	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	60
РОЗДІЛ 3	ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМИ КРОНИ	60
	3.1. Анатомічна будова вегетативних і генеративних утворень імунних сортів яблуні залежно від форми крони	60
	3.2. Архітектоніка дерева залежно від форми крони	68
	3.3. Морфогенез плодових утворень залежно від форми крони	72
	3.4. Зимостійкість і морозостійкість насаджень імунних сортів яблуні залежно від форми крони	76
РОЗДІЛ 4	ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ІМУННИХ СОРТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМИ КРОНИ	79

4.1 Освітленість дерев яблуні залежно від форми крони 79
4.2 Ростові процеси насаджень імунних сортів залежно від форми крони 82
4.3 Асиміляційна поверхня дерев імунних сортів яблуні залежно від форми крони 92
4.4 Чиста продуктивність фотосинтезу 101
4.5 Баланс фітомаси дерев яблуні імунних сортів залежно від форми крони 104
РОЗДІЛ 5 ПРОДУКТИВНІСТЬ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ 110
5.1 Рівень квітування імунних сортів яблуні залежно від форми крони 110
5.2 Продукційний потенціал імунних сортів яблуні залежно від форми крони 113
5.3 Особливості товарних показників урожаю імунних сортів яблуні залежно від форми крони 120
5.4 Вплив форми крони дерев імунних сортів яблуні на показники хімічного складу плодів 125
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМИ КРОНИ 128
ВИСНОВКИ 131
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 133
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 134
ДОДАТКИ 156

ВСТУП

Садівництво – важливий сектор економіки України для забезпечення продовольчої безпеки населення, розвиток якого визначається сучасними тенденціями виробництва конкурентоспроможної плодово-ягідної продукції, що відповідає вимогам міжнародних стандартів якості [1].

Яблуня – найбільш поширена плодова культура в світі та в Україні, що характеризується широким сортиментом, невибагливістю до умов вирощування, значною рентабельністю виробництва та високим попитом споживачів на продукцію.

Однак, незважаючи на значний потенціал для вирощування яблук, виробництво цієї продукції в Україні не перевищує 1,2 % від світового виробництва [2, 3], а обсяг споживання яблук населенням України складає не більше 50 % від раціональної норми у 50 кг [4].

Площі насаджень яблуні в Україні у 2023 склали 75,6 тис. га, що становить 45 % від загальної площі насаджень плодово-ягідних культур і 87 % від насаджень усіх зерняткових культур, з яких у господарствах населення зосереджено 54,2 тис. га. Валове виробництво яблук в Україні за 2023 рік склало 1,173 млн. т за урожайності 154,8 ц/га [5]. Найбільші площі промислових насаджень яблуні зосереджені у Вінницькій, Чернівецькій, Дніпропетровській та Хмельницькій областях, що займають 63% площ та виробляють 60% від усієї продукції [6].

В сучасних умовах підвищення ефективності вирощування яблуні досягається за рахунок створення високопродуктивних насаджень, з високою щільністю дерев, які завдяки швидкоплідності та високій врожайності мають скорочений термін повернення капіталовкладень на їх створення, однак, передбачають інтенсивне використання добрив та засобів захисту рослин, що чинять негативний вплив на довкілля та здоров’я людини [7].

Актуальність теми. Зміни клімату та збільшення частоти біотичних та

абіотичних стресів ускладнюють комерційне виробництво плодів. Інтенсивного управління захистом рослин потребують насадження уражені грибковими захворюваннями, такими як парша яблуні та борошниста роса яблуні, що викликає необхідність застосовувати до 20 обробок фунгіцидами [8].

Разом з тим, впродовж останніх десятиріч в промислово розвинених країнах світу та в Україні спостерігається тенденція до збільшення попиту споживачів на натуральну, високоякісну та екологічну чисту продукцію рослинного походження, що задовольняє вимоги здорового харчування [9].

Актуальною проблемою для промислових насаджень яблуні є негативний техногенний вплив на навколишнє середовище та вирощування екологічно чистої продукції, вирішити яку можна за рахунок застосування безпечних технологій виробництва садівничої продукції з використанням імунних та високостійких до хвороб сортів.

Вирощування генетично стійких сортів проти домінуючих хвороб яблуні сприяє зменшенню хімічного навантаженню на плоди, збереженню екології, полегшенню догляду за садом, скороченню витрат на догляд за насадженнями, підвищенню врожайності, підвищенню якості та екологічної чистоти продукції.

Однак, в літературі спостерігається нестача інформації щодо біологічних особливостей та продуктивності імунних сортів яблуні, вирощених в окремих ґрунтово-кліматичних зонах, зокрема, і для Правобережного Лісостепу України. Дослідження їхньої здатності до адаптації в конкретних екологічних умовах за певного типу формування крони, сприятиме забезпеченню ефективного підбору сортів до умов вирощування та оптимізації агротехнічних заходів, що є одним із визначальних чинників сталого розвитку садівництва та зумовлює актуальність проведених досліджень.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана впродовж 2023-2025 рр. згідно плану науково-дослідної програми Уманського національного університету “Удосконалення

існуючих і розробка нових технологій вирощування садивного матеріалу, плодів, ягід та винограду в Правобережному Лісостепу України" (ДР №0111U001928).

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – вивчення біологічних особливостей та продуктивності імунних сортів яблуні залежно від типу формування крони для виявлення їхнього адаптивного потенціалу за певних умов вирощування та оптимізації агротехнічних заходів задля впровадження у виробництво в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для досягнення мети було поставлено завдання:

- виявити особливості формування продуктивності (анатомічної будови вегетативних і генеративних утворень, архітектоніки дерев, морфогенезу генеративних утворень) імунних сортів яблуні Флоріна, Моді та Ред Топаз залежно від форми крони;
- оцінити вплив несприятливих чинників довкілля на формування продуктивності насаджень імунних сортів;
- дослідити ростові процеси, формування асиміляційної поверхні, фотосинтетичну продуктивність та баланс фітомаси імунних сортів яблуні залежно від форми крони;
- оцінити вплив форми крони на продукційний потенціал, товарні та споживні властивості імунних сортів яблуні;
- визначити економічну ефективність формування різних типів крони для вирощування імунних сортів яблуні Флоріна, Моді та Ред Топаз в умовах Правобережного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – особливості росту і плодоношення насаджень яблуні імунних сортів Флоріна, Ред Топаз, Моді залежно від форми крони.

Предмет дослідження – насадження яблуні сортів Флоріна, Ред Топаз, Моді та форми крони.

Методи дослідження: загальнонаукові (гіпотез, експерименту, спостереження, аналізу та синтезу, узагальнення) та спеціальні (лабораторно-польовий, математично-статистичний).

Наукова новизна одержаних результатів полягає у виявленні загальних закономірностей ростових процесів та формування продуктивності дерев яблуні імунних сортів залежно від типу крони в умовах Правобережного Лісостепу України; поглибленні фундаментальних знань з анатомічної будови вегетативних і генеративних утворень імунних сортів яблуні, архітектоніки дерев залежно від форми крони. В умовах Правобережного Лісостепу досліджено фотосинтетичну продуктивність, адаптивний та продукційний потенціал імунних сортів яблуні. Визначено економічну ефективність формування різних типів крони для вирощування імунних сортів яблуні Флоріна, Моді та Ред Топаз в умовах Правобережного Лісостепу України.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати досліджень біологічних особливостей та продуктивності імунних сортів яблуні залежно від типу формування крони впроваджено в господарствах садівничого спрямування Черкаської та Вінницької областей, а також використовуються в навчальному процесі Уманського національного університету.

Особистий внесок здобувача. За темою дисертаційного дослідження опрацьовано та узагальнено джерела літератури, розроблено програму та методику досліджень, проведено обліки і спостереження та узагальнено їхні результати з використанням методів математичної статистики, зроблено висновки та сформульовано рекомендації виробництву, оприлюдненні отриманих результатів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на конференціях: VII Міжнародній наукової конференції, присвяченої Глобальному саміту миру «Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні» 19–23 червня 2024 р., Умань; V Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі», 03-28 лютого 2025р., Запоріжжя; Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування,

переробки і зберігання продукції рослинництва», 20-21 березня 2025 р., Миколаїв; VIII Міжнародній науковій конференції, присвяченої 170-річчю від дня народження Миколи Феофановича Кащенка «Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні», 22–25 червня 2025 р. Умань; VIII Міжнародній науково-практичній онлайн-конференції «Філософія саду і садівництва в світовій культурі: джерела та новітні інтерпретації», 2025 р., Умань; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні аспекти раціонального землекористування» 6–7 листопада 2025 р., Житомир; Всеукраїнській Науковій інтернет-конференції «Інновації в садівництві» 20 листопада 2025 р., Умань; Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» 20–21 листопада 2025 р., Умань.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 11 наукових праць з них 3 – у фахових виданнях і восьми тезах доповідей на наукових та науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 134 сторінках, в тому числі, 134 – основного тексту. Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків та рекомендацій виробництву, додатків і включає 25 таблиць і 27 рисунків. Список використаної літератури містить 207 найменуваннь, з яких 140 – латиницею.

РОЗДІЛ 1. ПРОДУКТИВНІСЬ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХНЬОЇ АГРОТЕХНІКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Біологічні особливості імунних сортів яблуні

Найважливішою плодовою культурою в зоні помірного клімату є яблуня (Malus × domestica Borkh.). За даними FAOSTAT [10] площі насаджень яблуні у світі у 2023 році склали 4,618 млн. га за неістотного скорочення з 2020 року (4,69 млн га). Світове виробництво яблук невпинно зростає з обсягом виробництва у 2020 році на рівні 90,61 млн. т досягнувши у 2023 році рівня 97,33 млн. тон. Виробництво яблук у Європейському союзі у 2023 році склало 12,063 млн. т з площі 471,87 тис. га.

Лідером світового виробництва яблук у 2023 році є Китай де зібрано 49,6 млн т, на другому місці – США з обсягами виробництва на рівні 5,1 млн т, Туреччина (4,6 млн. т), Польща (3,89 млн. т), Індія (2,87 млн т.), Італія (2,26 млн т.), Іран (2,1 млн т). Найвища врожайність яблук у 2023 році зафіксована у США (42,8 т/га), тоді як в Європейському Союзі вона не перевищила значення 25,5 т/га за найвищої в Італії – 41,9 т/га. В Україні у 2023 році зібрано 1,17 млн т яблук з площі 75,6 тис. га за врожайності 15,5 т/га.

Традиційними лідерами виробництва яблук в Європі є Польща, Італія, Франція, Німеччина, Іспанія [11, 12]. Польща, четвертий за величиною виробник яблук станом на 2023 рік. Проте, в перерахунку на душу населення виробництво яблук у Польщі втричі перевищує показники Китаю, і в шість разів – США. Яблука складають 80% виробництва фруктів у країні. Серед 14 основних сортів, що вирощуються, є Роял Гала, Голден Делішес, Чемпіон та Джонапринц, більшість з яких вирощуються на комерційній основі [13].

У Сполучених Штатах вирощують близько 2500 сортів, серед яких найпопулярніші: Гала, Макінтош, Рим, Ред Делішес, Гренні Сміт, Фуджі, Голден Делішес, Хоней Крісп, Кріппс, Емпайр та Пінк Леді [14].

Серед країн Європи Україна за обсягами виробництва яблук у 2023 році вийшла на четверте місце після Польщі, Італії та Франції. Найбільш комерційно вигідними сортами є Гала, Ред Фуджі, Гренні Сміт, Ред та Голден Делішес [15].

Яблука користуються значним попитом на світовому ринку. У той час як основні країни-експортери яблук залишаються відносно стабільними протягом тривалого часу, імпорт у багатьох країнах, що розвиваються, зростає швидше, ніж на традиційних ринках [16].

Зростаючий інтерес до органічного виробництва плодів, що поєднує в собі найкращі практики екологічних та кліматичних дій, високий рівень біорізноманіття та збереження природних ресурсів, підвищення попиту споживачів на органічну продукцію, зокрема, на фрукти помірного клімату зумовлює удосконалення методів органічного виробництва із застосуванням стійких сортів [17, 18].

Рослини постійно стикаються із загрозами різних біотичних стресів, а хвороби серйозно впливають на врожайність та якість плодів [19]. Будучи багаторічною культурою, яблуня зазнає постійних біотичних та абіотичних стресів [20]. До основних факторів, що загрожують вирощуванню яблуні та спричиняють втрати продуктивності рослин і якості плодів, є несприятливі екологічні умови (зокрема обмежені водні ресурси) та ураження патогенами [21].

Проте, незважаючи на існування різноманітних способів боротьби з хворобами, включаючи культурні, хімічні та біологічні методи, управління за допомогою стійкості рослин є доступним і довгостроковим рішенням для боротьби з біотичним стресом [22]. Так, у всьому світі значна кількість селекційних програм спрямована на створення стійких до хвороб яблуні парші та борошнистої роси сортів, часто в поєднанні зі зниженою сприйнятливістю до інших хвороб (зокрема, опіку, раку) і шкідників (наприклад, комах), а також на стійкість до абіотичних стресів, таких як мороз, спека, посуха та УФ-випромінювання [23].

Бактеріальні та грибкові хвороби є найбільшою загрозою для вирощування яблуні в регіонах з вологим і прохолодним кліматом. Серед грибкових хвороб яблуні серйозні втрати врожаю спричиняють парша яблуні та борошниста роса [24]. Збудник Venturia inaequalis в першу чергу вражає листя та плоди, утворюючи оксамитові спороношення, хлоротичні та некротичні ураження, що можуть призвести до зниження формування квіткових бруньок [25]. Ураження паршею призводить до загибелі листків, пагонів і гілок, зменшення величини і якості врожаю, спотворення плодів, плямистості, зниження вітамінної цінності. Сильне ураження паршею призводить до зниження врожайності на 50–80% [26, 27].

За даними Т.Є. Кондратенко [28] причинами розвитку парші яблуні є великі масиви садів, ущільнення насаджень, екстремальні умови взимку, поява нових шкідливих рас збудників хвороби, порушення стійкої природної біофауни внаслідок застосування хімічних засобів захисту і добрив. Bus VGM, Rikkerink EHA, Caffier V. та ін. [28] вказують, що шкідливий характер цього грибкового захворювання зумовлений сприятливими кліматичними умовами, зокрема вологістю, а також розвитком вірулентних патогенних штамів і високою поширеністю промислових сортів, чутливих до парші.

В Україні зоною значного поширення і розвитку парші є Полісся, західна частина Лісостепу, середнього розвитку – Придністров'я, Центральний, Східний Лісостеп, північно-східна частина степової зони, слабкого розвитку – південні степові області, Крим. На Закарпатті за надмірної кількісті опадів (до 1000 мм/рік) і сприятливої температури спостерігається інтенсивний розвиток парші [30].

Захист від цієї хвороби ґрунтується переважно на хімічних обробках і становить більшу частину загальних витрат на захист від шкідників і хвороб [31]. Для ефективної боротьби з паршею та борошнистою росою в яблуневих садах і забезпечення стабільного врожаю плодів необхідно до 20 обробок фунгіцидами за вегетаційний період, однак, при цьому зростає вірогідність

накопичення залишків пестицидів у плодах і негативного впливу на довкілля [7, 32, 33]. Науковці стверджують, що тривала реалізація цієї інтенсивної стратегії захисту від парші сприяла розвитку ізолятів V. inaequalis, які є стійкими до різних фунгіцидів, що містять активні речовини, такі як додин, крезоксим-метил, міклобутаніл, тіофанат-метил, бензімідазол, інгібітори деметилювання або зовнішні інгібітори хінону [34].

Окрім цього, застосування хімічних засобів боротьби з хворобами яблуні підпадає під дедалі суворіші правила, зумовлені зростаючим усвідомленням ризиків для здоров'я та навколишнього середовища, пов'язаних із застосуванням пестицидів, що призводить до значного скорочення кількості дозволених і нещодавно схвалених активних речовин [35]. Регламент (ЄС) № 1107/2009 Європейського Парламенту та Ради обмежує вибір засобів захисту від парші [36].

Впровадження у виробництво високоякісних сортів із довготривалою стійкістю до парші та борошнистої роси сприятиме подоланню проблем, пов'язаних із цією хворобою. В багатьох дослідницьких центрах світу масштабні дослідження спрямовані на отримання нових генотипів яблуні з підвищеною стійкістю до парші [37]. Відомо, що стійкість до парші яблуні залежить від взаємодії сорту з конкретною популяцією грибів; таким чином, стійкість рослин може відрізнятися не тільки в різних регіонах, а й у садах в межах одного регіону [38].

Створення стійких до парші яблуні сортів (Аріва, Афродіта, Гермінда, Голдраш, Ліберті, Моді, Оріон, Луна, Пріма, Примула, Ревена, Рено, Рішельє, Топаз, Флоріна, Фрідом та ін.) науковці вважають однією з найбільш результативних робіт XX ст., спрямованих на отримання рослин з найвищим біологічним потенціалом за однією з основних господарсько-цінних ознак [39].

Створення сортів яблуні, імунних до парші, почалося в США у 20-ті роки XX століття в штаті Іллінойс, зі схрещування між формою виду Malus floribunda 821, що несе ген стійкості проти парші Vf [28]. Розмноження сортів

розпочалося в 1966 р з ліцензуванням семи селекційних форм та отриманням сортових назв: Прима (1970) — CO-OP 2, Прісцилла (1972) - CO-OP 4, Сір Прайз (1975) - CO-OP 5, Джонафрі (1979) -CO-OP 22, Редфрі (1981) - CO-OP 13

З 1970 року в усьому світі було створено 48 сортів, стійких до парші: 37 нібито несуть ген Vf від Malus floribunda 821, один з яких (Freedom) несе додаткову полігенну стійкість від Antonovka; один (Imrus) з Vf з M. atrosanguinea 804; п'ять (Rouville, Chistotel, Orlovskii Pioner, Pervinka і Orlovim) з геном Vm з M. atrosanguinea 804; один (Nova Easygro) з геном Vr від саджанця яблуні з Кавказьких гір (R#12740–7A); один (Мюррей) з Vm та/або Vf від M. micromalus; і три (Gavin, Romus 2 і Generos) лише з полігенною стійкістю [40].

Результатом селекційної роботи в цьому напрямку в Україні є створення сортів Едера, Гарант, Амулет, Скіфське золото, Перлина Києва та занесення їх до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Ці сорти, окрім імунітету до парші, майже всі мають стійкість і до борошнистої роси з добрими якісними характеристиками плодів. З них літні – Малуша, Паланка, Настя та зимові – Тодес, Берегиня, Соломія, Дожниця і Дміана [41].

В сучасному садівництві основними імунними сортами є Вільямс Прайд, Редфрі, Ретіна, Амулет, Аріста, Аріва, Голдстар, Герлінде, Голдраш, Еколетт, Ентерпрайз, Луна, Оріон, Росана, Рубінола, ГрінКетс, Топаз та Райка. В останні роки в США були введені в промислове виробництво сорти Dayton, Prima, Priscilla і Jonafree. Перспективними вважаються WineCrisp, CrimsonCrisp, Pixie Crunch і GoldRush [42]. Нові сорти також представлені програмами селекції Корнельського університету в Нью-Йорку, Канадського сільського господарства та Національного інституту агрономічних досліджень в Анже, Франція, Consorzio Italiano Vivaisti в Італії та Breeding Initiative Niederelbe в Німеччині [43].

Науковцями ідентифіковано більше 20 генів стійкості до парші яблуні [44]. Проте, більшість сучасних стійких до парші сортів яблуні засновані на

гені стійкості Rvi6 (Vf), який залишається найбільш вивченим [45]. Höfer, M., Flachowsky, H., Schröpfer, S., & Peil, A. [8] наводять дані про те що, Rvi6 вже подолано в кількох європейських регіонах вирощування фруктів, а також і в інших частинах світу. Важливим також у селекції яблуні є ген Rvi5 (Vm), донорами якого є Malus × atrosanguinea 804 і Malus micromalus 245-38 [46].

За даними Peil, A., Howard, N. P., Bühlmann-Schütz, S. та ін. [47] наразі доступна лише обмежена кількість комерційних сортів, що несуть гени стійкості до парші яблуні, окрім Rvi6, і розроблено кілька сортів, що несуть піраміди генів стійкості до парші: Reka, з Rvi2; Regia, Realka, Rea Agatav і Rea Bellina, які мають комбінацію Rvi2 і Rvi4; і Rea Cadis, який має комбінацію Rvi4 і Rvi6.

Сорти, стійкі до парші, становлять близько 0,5% річної площі яблук у Європі (ЄС-27, 2007) (Топаз 0,24%, Пріма 0,1%) у порівнянні з Голден Делішес (13%), Джонаголд (6,6%) або Гала (6%) [48].

Основою вивчення імунних до парші сортів яблуні є знання їхніх біологічних особливостей. Як відомо, сила росту, початок плодоношення, продуктивність насаджень і якість плодів – найбільш важливі характеристики сорту. Встановлено [49], що в умовах північного Лісостепу України імунні сорти Скіфське золото і Дміана, найкраще реалізовують свій потенціал на карликовій та напівкарликовій підщепах при розміщенні дерев 4,0 х 1,0 м (2500 дер./га). Однак, для вирощування в богарних умовах і створення безопорних садів яблуні для них рекомендують середньорослу підщепу ММ.106. В умовах Західного Лісостепу України високу продуктивність саджанців для сортів Топаз і Райка на рівні 37,0 та 35,4 тис.шт./га забезпечувала підщепа 62-223, а для сорту ГолдРаш – 62-396 (39,4 тис.шт./га) [50].

Дослідження 17 імунних до парші сортів яблуні вітчизняної та зарубіжної селекції в ІС НААН, на Сумській, Подільській та Львівській дослідних станціях садівництва показали, що високою зимостійкістю характеризуються сорти вітчизняної селекції Амулет та Едера, інтродуковані –

Ремо, Надзейни та Афродіта. До середньоморозостійких віднесено сорти Топаз, Імант і Імрус [51]. За даними Ю.Д. Гончарук [52] адаптованими до умов Правобережної підзони Західного Лісостепу України є сорти Ревена, Голд Раш, Фрідом, Імрус і Афродіта. Доведено [53], що сорти Ревена, Ремо, Болотовскоє, Вітос, Старт, Аріва, Моді, Оріон, Ред Топаз мають високий рівень стійкості за 1-4-м компонентами зимостійкості.

У посушливих умовах південного Степу України найбільш популярні сорти Прайм, Прима, Флоріна, а також нові Вільямс Прайд, Гарант, Голд Раш, Топаз [54].

Дослідження п'яти чеських стійких до парші сортів яблуні Розана, Рубінола, Rajka, Goldstar і Topaz показали, що сорти Розана і Райка були найбільш сильнорослими, Рубінола – є найбільш стійким до парші, а сорт Топаз потребує обов'язкового проріджування плодів [55]. В результаті селекційної програми в Польщі були виведені сорти яблуні імунні до парші Gold Milenium, Free Redstar і Melfree, що підтвердили стійкість до парші та борошнистої роси в процесі експлуатації насаджень [56]. За даними Т.І. Красулі [57] високу стійкість до парші виявляють Гарант, Goldrush, Topaz, William's Pride, які є носіями олігогена стійкості (Vf) до парші, середньостійкими є сорти Elise, Julia, Honeycrisp, натомість чутливими – Каховське, Малахіт, Geneva Early, Pilot, Sunrise.

Вегетативний ріст дерев визначається рядом біологічних та агротехнічних факторів. Сила росту дерев стійких до хвороб сортів яблуні проявляється в кількісному вираженні щорічним вегетативним приростом, розміром стовбура, висотою і розміром крони дерева. Так, румунський асортимент стійких до парші сортів яблуні включає сорти Valery, Cezar, Revidar, Redix, Iris, Real, Remar, Inedit, Voinicel. Серед них найбільший діаметр стовбура мають дерева сорту Cezar, найнижчу висоту дерева – Iris, натомість сильнорослим визнано сорт Redix. Найбільш раннє цвітіння виявлено у сортів Iris та Voinicel, пізнім початком цвітіння вирізняється сорт Valery [58].

Дослідження стійких до парші сортів в Естонії показали, що найбільший

діаметр стовбура мали дерева сортів Rubinola, Odra і Wars, найбільшу довжину скелетної гілки – Imant, Elena і Nadzeina, а найкоротші – Roberts, Pospekh, Darunak, Yubilar, Gita і Sügisjoonik [59].

До сильнорослих імунних сортів з діаметром стовбура понад 80 мм віднесені: Luca, Golden Lasa, Enterprise, Rebra, Redix, Remar; середньорослих в межах 65-80 мм: Iris, Inedit, Voinicel, Real, Ariwa; низькорослих (менше 65 мм) – Saturn, Goldrush [60].

За площею поперечного перерізу штамбу стійкі сорти Resista, Sawa, Rajka і U 5656, вирощені в умовах Польщі були значно сильнішими, ніж Rubinola, Wars і Topaz [61]. За даними D.E. Kruczyńska та K.P. Rutkowski [62] дерева сорту Топаз були слабшими за силою росту і мали нижчу врожайність порівняно з Rajka та Rubinola, але мали вищий індекс продуктивності врожаю.

Аналіз плодових гілок 25 імунних сортів яблуні показав, що середня довжина кільчаток складала 2,1 см, прутиків – 47,7-49,9 см, списиків – 2,7-2,9 см. Значний загальний приріст плодових гілок відмічено у сортів Stark prim, Dalinbel, Jonaprim, Florina. Найменший приріст виявлено у сортів Luna, Evereste та Opal [63]. Встановлено, що нещодавно створена стійка до парші лінія яблуні сорту Gala, що експресує природний ген стійкості яблуні до парші Rvi6 (раніше HcrVf2) за довжиною і діаметром пагона, довжиною міжвузля, кількістю листків, практично не відрізнялася від батьківської форми [64, 65].

Серед восьми стійких сортів яблуні вирощених в Словенії, зокрема Ecolette, Enterprise, Rubinola, Ariwa, Topaz, Produkta, Goldrush і Florina всі були чутливі до весняних приморозків, за винятком Ariwa [66].

Встановлено, що в умовах Західної Сербії найбільш раннім цвітінням вирізняються дерева сорту Topaz, а найбільш пізнім Rewena. Найранішим строком збирання врожаю вирізнявся сорт Discovery, тоді як останнім збирали сорт GoldRush [67]. У стійких сортів вирощених в Болгарії, зокрема, Coop 10, Coop 12, Coop 25, Redfree, Williams Pride, Dayton, Jonafree, Prima, Priscilla, Sirprize, Liberty, Freedom, Macfree, Novamac, Nova Easygrow, Priam, Primula, Florina, Generos, Pioner, Gavin and Golden Resistant цвітіння відбувалося за

суми температур вище 0°С і нижче 5°С, в діапазоні 327,7-406,4 і 132,1-190,6°С, відповідно та тривало до 11,2-14,2 днів за температури 14,6-15,7°С [68]. Доведено, що сорт яблуні Rajka, вирощений в умовах Сербії мав більш ранній час цвітіння, більшу рясність і дозрівав дещо раніше, ніж Topaz [69].

Чиста продуктивність фотосинтезу у сортів Ремо, Голд Раш та Ревена коливалася в межах 15,7–20,5 г/м^2 за добу. Питома поверхнева щільність листя переважала у сортів Амулет, Афродіта і Сябрина за найбільшої (10–18 тис. м^2/га) площі листкової поверхні у сортів Старт, Афродіта та Амулет [70].

За даними В.М. Жук, О.А. Кіщак, В.В. Жук [7] індекс продуктивності росту сорту Флоріна складав 0,33-0,38, у Скіфського золота і Дміани – 0,55-0,60 та 0,64-0,73 кг/см^2, що свідчить про кращий перерозподіл продуктів фотосинтезу на формування врожаю плодів.

На слабку облистяність сортів Голд Раш (218,9 м^2/га) та Рубінола (412,0 м^2/га) вказують дані отримані О. С. Гаврилюк, Ю. С. Бондаренко, Г. Ю. Бойчук та ін. [71], однак дослідники зазначають високу кількість плодових утворень у сорту Голд Раш.

Дослідження свідчать про морфологічні відмінності двох сприйнятливих Jonathan і Idared і двох стійких сортів Florina і Freedom за товщиною листкової пластинки, палісадної та губчатої паренхіми, опушенні листків, розміру та форми клітин епідермісу [72]. Серед стійких сортів найменшу товщину листкової пластинки мали листки сорту Florina – 959 мкм, товщими були листки сортів Watson Jonathan і Golden Reinders (1272 і 1278 мкм відповідно), а найвищу – Пріма (1305 мкм) [73].

Відомо і про відмінності у змочуваності листків, що впливає на тривалість зволоження листя, і як наслідок, розвиток парші та є прямим вираженням генетичної стійкості генотипів яблук [74].

Таким чином, впровадження у виробництво стійких до хвороб сортів яблуні сприяє зменшенню впливу стресу від ураження патогенами, кількості засобів захисту та обробок, знижує ймовірність накопичення залишків пестицидів в плодах, запобігає негативному впливу на довкілля, відповідає

кращим екологічним практикам ведення садівництва та задовольняє вимоги органічного виробництва плодів. Оскільки стійкість рослин та їхні біологічні особливості можуть суттєво різнитися залежно від регіону вирощування та агротехніки, дослідження ступеня їхнього впливу сприятиме підвищенню продуктивності насаджень та отриманню безпечної продукції високої якості.

1.2. Формування крони імунних сортів яблуні

Продуктивність насаджень плодових культур значною мірою залежить від їхньої здатності засвоювати рівень освітленості. Світло – важливий фактор для формування плодів необхідної якості і високої врожайності. Задля досягнення найвищої продуктивності насаджень поглинання світла повинно складати 70-75% [75, 76], досягнути яких можна за рахунок збільшення густоти насаджень [77].

Відомо [78], що одним з основних лімітуючих факторів, що визначають якість плодів є освітленість крони плодового дерева. Критичним порогом для яблуні, за зниження якого відбувається різке зниження фотосинтезу є 0,2 cal/cm^2 хв, а найбільш продуктивною частиною є частина листового покриву, яка отримує енергію сонячної радіації в діапазоні 0,5-0,7 cal/cm^2 хв. В системі інтенсивного вирощування яблук відносно низький рівень використання світла (пропорційно сумарної фотосинтетичної активної радіації рослин структурні частини) є головним лімітуючим фактором для покращення продуктивності насаджень [79]. За даними В.В. Заморського [80] зниження рівня освітлення до 25% від надкронового призводить до зменшення розмірів структурних елементів внутрішньої будови бруньок яблуні.

За даними D.S. Tustin, K.C. Breen, B.M. van Hooijdonk [81] потенціал продуктивності яблуні як культури недооцінений: теоретичний максимальний річний урожай яблук товарної якості при ~90% використанні світла (≥ 2000 МДж м$^{-2}$ світлової енергії за сезон) оцінюється в діапазоні 250–315 т га$^{-1}$. Доведено [82], що урожайність насаджень яблуні на 58 % залежить від форми

крони і лише на 11 % - від термінів обрізування.

До основних факторів використання світла кроною Lordan J., Francescatto P., Dominguez L. I. [83] та ін. відносять схему садіння, форму та висоту дерева. Автори зазначають, що вища щільність насадження дерев збільшує використання світла кроною та призводить до підвищення продуктивності, однак за одночасного впливу фізіологічних факторів таких як підщепа, сорт, навантаження врожаєм і родючість грунту.

Сучасні системи закладання насаджень яблуні повинні не лише забезпечувати високу врожайність, а і однорідні за якістю плоди, однак, за нерівномірного розподілу світла плоди формуються різної якості за різного хімічного складу, зокрема накопичення вуглеводів [84]. Z. Wang, P. Lan, F. Sun [85], вказують на позитивний кореляційний зв'язок між вмістом розчинних сухих речовин яблук і висотою стовбура дерев, однак, за відсутності сильного зв’язку між вмістом розчинних сухих речовин і діаметром та об'ємом крони.

Разом з тим M. Kapłan, K. Klimek, A. Borkowska [86] зазначають, що найбільш бажаним для садівників є дерево з сильно розгалуженою кроною, що дає можливість скоротити період інвестування новозакладених садів. Доведено, що точна оцінка та просторовий розподіл крони яблуні за біохімічними та біофізичними ознаками є вирішальними для прийняття рішень щодо удобрення та контролю стану плодових насаджень [87]. Крім цього архітектоніка дерева також може відігравати важливу роль у підтримці стану води в листі через модифікації топологічних зв’язків органів і водного потоку ксилеми [88].

Тип і конструкція плодових насаджень є одними з провідних факторів, від яких залежить урожайність садів і якість плодів, застосування механізації технологічних процесів і підвищення продуктивності праці. Формування крони впливає на ріст і розвиток дерева, інтенсивність плодоношення, раціональне використання сонячної енергії, затрати праці, урожайність і якість плодів, довговічність насаджень, ступінь собівартості продукції [89, 90, 91]. Формуванням крони можна змінити співвідношення вегетативних та

генеративних процесів для оптимального виробництва плодів [92].

Обрізування є важливою технікою виробництва плодів, яка не лише впливає на їхню якість, а і ефективність методів боротьби з хворобами [93]. Так, дослідженнями I. J. Holb [94] доведено, що сильне обрізування дерев яблуні значно зменшило ураженість паршею на чутливих (Jonagold і Mutsu) і помірно чутливих сортах (Elstar і Idared) порівняно з необрізаними.

Обрізування сприяє зменшенню конкуренції за асиміляти, таким чином забезпечуючи максимальну вигоду з точки зору розподілу асиміляції, а також вважається екологічно чистим методом зменшення навантаження врожаєм [95].

Відомими способами формування крони яблуні є площинні форми (навкісна пальмета, комбінована пальмета, вільноростуча пальмета, вертикальний кордон), вільні форми (Slanke spil, Super spindle, північно-голландська вісь тощо) та форми у двох косих площинах (Tatura Trellis, V-system або V-Guttingen system) [96]. W. Xu, Z. Su, Z. Feng та ін. [97] зазначають що характеристики крони дерев важливі для прогнозування реакцій на проріджування, застосування удобрення, а також для встановлення взаємозв’язку ростових процесів з рівнем доступності вологи в ґрунті.

Інтенсифікація виробництва плодів яблуні супроводжується впровадженням малогабаритних форм крони, що сприяють створенню ущільнених насаджень та полегшують догляд [98, 99]. Для інтенсивного садівництва обирають сорти з компактною кроною і висотою до 3 м, а для створення високої щільності насаджень використовують сорти з компактною та колоновидною кроною [100]. Це дає можливість в інтенсивних насадженнях збільшити поглинання світла та застосовувати механізоване або роботизоване збирання врожаю [101, 102]. G. Bortolotti, G. Perulli, A. Boini та ін. [103] як приклади таких інноваційних систем наводять “UFO”, “Planar Cordon”, “Double-Guyot”.

За даними І.К. Омельченка [104], щільне розміщення дерев в насадженнях яблуні з округлою малогабаритною та веретеноподібною

кронами сприяє раціональному використанню землі, своєчасному закінченню ними ростових процесів, підвищенню зимостійкості, гальмує ріст дерев на 15-22, збільшує проекцію та об'єм крони – відповідно на 7,1-14 і 18,6-36,4, середню довжину пагонів на 14,5-18,5, площу листкової поверхні – на 8,9-31,9, кількість плодових утворень – на 13,9-69,5%. Найбільш вигідною у фінансовому плані вважають збільшення щільності дерев з 3000 до 6400 дерев/га [105].

В сучасному садівництві більшість сортів яблуні та груші в Європі вирощують у формі веретена або слаборослого веретена. Дерева мають конусоподібну форму, а вертикальна вісь є основною, від якої відростають слабші напівскелетні гілки, які стають коротшими до верхівки [106]. Веретеноподібні крони рекомендовані для низькорослих або середньорослих підщеп [107].

Відомо [108], що рівень освітленості плодоносних дерев яблуні з веретеноподібною кроною зростає зі збільшенням висоти з найбільшим значенням на верхівці. За даними I. Szot, T. Lipa [109] за формування веретеноподібної форми крони аналогічна тенденція спостерігається для накопичення сухих розчинних речовин в плодах.

В інтенсивних насадженнях широкого поширення набула крона Slender Spindle (Струнký шпіндель, струнке веретено), розроблена у 1978 році в Нідерландах для насаджень високої щільності внаслідок усвідомлення необхідності раннього зняття врожаю, отримання регулярних високих врожаїв та низьких вимог до робочої сили для того, щоб задовольнити постійно зростаючі затрати на виробництво [110]. Щільність дерев становила 1500 дерев/га, а висота дерев була обмежена 2 м. Основою формування стрункого веретена у яблуні відіграє спрямування центральної осі та збереження пірамідальної форми, з шириною крони біля основи 1-1,5 м, а на вершині 0,5-0,6 м. Центральні провідники, що приводяться в рух струнким веретеном, мають висоту 3-3,5м, а бічні гілки ідеально підпорядковані стовбуру [96, 111].

Однак, ця система формування крони має і свої недоліки, як то недостатня освітленість біля основи і в центрі крони в результаті численних пагонів, що сильно ростуть на верхівки дерева, які затінюють нижні частини крони [112], труднощі в утриманні насаджень – збалансована сила веретена спричиняє необхідність мати базальні гілки, які відрізняються важким доглядом і перешкоджають механізації. Крім цього схильність дерев до переміщення врожаю вгору і зовні з роками спричиняє викорчовування насаджень до досягнення 20 років [113]. Як зазначають S. Gandev та V. Dzhuvınov [110] за використання цієї системи формування крони зі зменшенням відстані між деревами в ряду середній розмір плодів може зменшитися. За даними S.J. Yang, D.H. Sagong, T.M. Yoon та ін. [114] формування за типом «slender spindle» призводило до збільшення ступеня втрати врожаю та вегетативного дисбалансу порівняно з «tall spindle».

У більш загущених яблуневих садах на карликових підщепах рекомендовано застосовувати віссподібну крону, для сортів (клони) яблуні, що плодоносять на 1-2-річних гілках – Айдаред, Віста Белла, Гала, Голден Делішес, Джерсімак, Джестер, Джонаголд, Катя, Кортланд, Пауларед, Ренет Симиренка, Чемпіон. Натомість, малопридатними для цього способу формування є сорти Алва, Боскопська Красуня, Лобо, Мелроуз, Ред Делішес [115].

J.M. Lespinasse у 1975 році розроблено систему формування крони, що передбачає щільність насаджень 1000-1500 дерев/га, але за висоти дерев 3-4 м Vertical Axis (вертикальна вісь). Ця система була першою у впровадженні концепції оновленого обрізування для підтримання конічної форми задля збільшення освітленості в нижній частині листкового покриву. Тип крони «вертикальна вісь» враховує особливості галуження сорту та вплив апікальної бруньки на розвиток гілок, типи плодоношення, взаємозв'язок між положенням плоду та їхньою якістю [110]. Дерево формують опираючись на принципи: верхівкові бруньки центральної осі та плодоносних гілок мають першочергове значення для досягнення оптимального балансу між

вегетативним ростом і плодоношенням на рівні дерева та гілок; розвиток гілок у "зоні В", яка знаходиться нижче першої «зони А» між 30° і 120° від вертикалі, які дають найкращу якість плодів [116].

Доведено [117], що габарити крони «французька вісь» компактні порівняно з іншими типами крон, що сприяє збільшенню значення листового індексу у три рази [118] та питомої площі листкової поверхні на об'єм крони. Так, формування крони типу «французька вісь» забезпечує значне зниження значень параметрів крони: діаметра крони на 44%, об’єму – на 67%, площі проекції крони та площі живлення – на 69% [79]. Крім цього подальше обрізування цього типу крони під час періоду спокою активізує силу росту пагонів і забезпечує їх найбільшу довжину [119], що пояснюється підвищенням збудливості вегетативних бруньок і збільшення пагоноутворювальної здатності [120].

Поступова зміна асортименту через просування сортів яблук з генетичною стійкістю до хвороб залежить від певних характеристик, які вони можуть проявляти, в тому числі і за різних типів формування крони [60]. Впровадження у сучасне садівництво значної кількості стійких сортів яблуні різної сили росту і продуктивних ознак зумовлює необхідність їхнього вивчення. Для визначення оптимальної щільності насаджень важливими є характеристики висоти, ширини і об’єму крони. Так, дослідження стійких до парші сортів яблуні Gemini, Sirius (S), Modì®CIVG198pbr, Fujionpbr і Enterprise на підщепі M9-T337 показали, що найменший об'єм крони був у сорту Gemini, а найбільший – у Enterprise та Fujionpbr [121].

За даними В.А. Кривошапки, В.М. Жука та Л.О. Барабаш [49, 122] у імунних до парші сортів Скіфське золото і Дміана розмір крони залежить від підщепи: на ММ.106 показники висоти дерев, площі проекції крони та об’єм вищі на 2,6-3,0 м, 2,7-4,5 м^2 і 4.2-6,2 м^3, відповідно.

Т.Є. Кондратенко, Ю.Д. Гончарук [123] зазначають, що дерева сортів Луна, Renora, Relinda, Rosella, Reanda, Ред Топаз, Оріон, Modi відзначаються інтенсивним ростом у висоту та нарощуванням об’єму крони. Сорти Modi та

Rosella характеризуються компактними ажурними кронами.

Серед 25 стійких до парші сортів на підщепі М9 з формою крони вертикальна вісь в умовах Румунії найбільшу площу поперечного перерізу стовбура мали дерева сорту Dalinbel. Натомість, у сорту Флоріна зафіксовано найвищі темпи приросту значень досліджуваного показника (38,29%) [63].

Дослідженнями болгарських науковців доведено, що застосування контурного обрізування з освітленням сприяло збільшенню кількості однорічних гілочок та загальної довжини річного приросту у яблуні сорту Флоріна. Комбінація останнього способу з детальним обрізуванням призводила до збільшення об'єму крони в дерев цього сорту [124].

За даними S. Musacchi, D. Bucci, V. Ancarani та ін. [125] сорт Modì, за формування крони за типом подвійної вісі зі щільністю садіння 3030 дерев/га, на 2-й рік дав 70% врожаю на шпорцях на вісях, і 23% на пагонах, тоді як за веретеноподібної системи (3788 дерев/га і того ж віку) врожай отримано переважно на старій несучій деревині. Урожай був сконцентрований у верхній і середній частині крони.

В умовах Польщі врожайність з одного дерева та сукупна врожайність (т/га) стійких до парші сортів яблуні Топаз та Рубінола, вирощених у міжряддях 3,3 м × 1,0 м (3030 дерев/га), з системою формування крони Solaxe та без обрізування була найвищою, порівняно з веретеноподібною системою та Hytec. Дерева, що вирощені за системи формування крони Hytec мали низьку врожайність [126].

Дослідженнями Sus J., Zeinerová R., Zíka L. [127] встановлено, що за збільшеної відстані між деревами в ряду (1,2 м) сорт Топаз мав найвищу середню врожайність з одного дерева – 16,1 кг, тоді як за меншою кількості дерев на гектарі (2381 дерево) сорт відставав.

Відомо, що у стійких до парші сортів обрізування не спричиняє суттєвого впливу на розвиток парші плодів або листя [94].

Таким чином, конструкція плодових насаджень – один із головних чинників формування якісного врожаю. Застосування малогабаритних та

веретеноподібних крон в насадженнях яблуні сприяє кращому освітленню крони, ранньому плодоношенню, вищій врожайності, зниженню витрат на утримання та полегшенню догляду за насадженнями. Інтеграція сортів яблуні з генетичною стійкістю до хвороб спонукає до дослідження їхніх характеристик за формування компактних типів крони в інтенсивних садах.

1.3. Рівень продуктивності імунних сортів яблуні

З огляду на значне поширення в світі та зацікавленість виробників яблук в імунних до хвороб сортах яблуні, що задовольняють вимоги органічного виробництва плодів, значний науковий та практичний інтерес викликає дослідження їхньої продуктивності та якісних характеристик плодів, вирощених в Україні.

Продуктивність яблуні визначається як сукупність всієї органічної речовини, утвореної в ході фотосинтезу, а в господарському значенні – це частина біологічної продуктивності, реалізованої у вигляді врожаю [128]. Продуктивність насаджень залежить від особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов, схеми розміщення дерев, підщепи, рівня агротехніки тощо. Врожайність – основний компонент продуктивності, що свідчить про перспективність вирощування культури та визначається особливостями сорту та умовами вирощування.

Доведено [129-131], що більшість із імунних до парші сортів яблуні скороплідні, високоврожайні та плодоносять щорічно. Так, врожайність семи-, десятирічних насаджень Флоріни становила 37,1 т/га. В умовах південного Полісся України показали, що врожайність 10-, 13-річних насаджень сорту Прима на сіянцях Антонівки звичайної сягала 52–79 т/га. Дерева Голд Раш та Пріама починають плодоносити на третій рік.

За даними В. М. Жук, О. А. Кіщак, В. В. Жук [7] яблуня сорту Дміана в шпалерно-карликових насадженнях на підщепі М9 в перші шість років плодоношення забезпечує середню врожайність в межах 30,2-42,6 т/га, що на 23,3-36,5 та 73,2- 88,7 % більше, ніж у сортів Скіфське золото та Флоріна.

Дослідженнями Б. Гулько та Н. Вуйцик [50] доведено, що сорти яблуні Ліберті, Прима, Редфрі, Флоріна формують найвищу врожайність на підщепі М. 9 за схемою садіння дерев 4 х 2 м (18,4-28,4 т/га у середньому за 8 років), тоді як Топаз і Голд Раш – 18,2 та 24,8 т/га за 5 років (схема садіння 4 х 1,5 м). Високоврожайним у перші три роки виявився сорт Скіфське золото – 21,6 т/га (схема садіння 4 х 1,5 м). До найбільш врожайних автори дослідження відносять сорти Фрідом, Ремо, Топаз, Амулет, Едера та Голдраш, Моді, Розела, Луна (20-35 т/га), проте вказують на періодичність плодоношення сортів Амулет і Едера.

Csihon Á., Gonda I., Vámos P. та іншими [132] встановлено, що імунний до парші сорт яблуні Galiwa є високопродуктивним з середньою врожайністю на рівні 28,4 т/га, тоді як врожайність сорту Story Inored сягає 41,3 т/га на третій рік плодоношення.

Дослідження продуктивності імунніх до парші сортів яблуні та гібридів Tellissaare, Prima and Staris, Skaistis (18307), Rudenis (18451), 18422, 18429, 18437 and 18501 (Katja x Prima) вирощених в Литві показали, що восьмирічна кумулятивна врожайність була найвищою у сортів Руденіс, Скайстіс і Гібрид 18429, а найнижчою – у Стариса, гібрида 18422 та гібрида 18501. Причому сорт Старіс на підщепі М26 був пізньостиглим і мав низьку врожайність у молодому віці [133].

Основним недоліком сорту Rubinola вважається низький рівень продуктивності, натомість сорт Топаз має за 5-річними даними найвищу врожайність (51 кг). Найменша врожайність – у сорту Goldstar на підщепі М.9 [52].

Про формування стабільних врожаїв у сортів Руслан, Elise, Гарант, William's Pride з індексом періодичності плодоношення на рівні 10 – 17 свідчать дані отримані Т. І. Красуля. Автор відносить сорти Аленушкино, Honeycrisp, Julia, Topaz, Каховське (Р = 23-37) до схильних до щорічного плодоношення, Rubin, Pilot, Geneva Early – з періодичним плодоношенням (Р

= 41-49), Sunrise і Goldrush (P = 76 --100) – з нерівномірним плодоношенням [54].

На високу скороплідність сортів Modi, Renora, Reanda вказують Т. Є. Кондратенко та Ю. Д. Гончарук [134]. Перші плоди ці сорти формують вже на другий рік вирощування, тоді як на третій – врожайність складає 2,2 – 5,0 кг плодів з дерева.

За даними польських дослідників серед досліджуваних восьми імунних до парші сортів та клонів яблуні на підщепі М9 за схемою садіння 4,0×1,5 м, зокрема Novamac, Sawa, Odra, Freedom, Florina, Free Redstar і Melfree, а також клон U 1165 найбільший загальний урожай плодів отримано від сорту «Флоріна» Florina, а найменший – від сорту Novamac, за найбільшої середньої маси плоду у сорту Sawa [135].

На підставі сортовивчення Univer T. та Ikase L. [136] до імунних сортів з найвищою врожайністю в умовах Естонії відносять Антей, Даце та Пам'ять Коваленка. Сорти з найбільшою середньою масою плодів – Робертс, Сугісджонік, Юбіляр, Поспєх, Даце та Антей.

В результаті 11-річних досліджень п'яти стійких до парші сортів яблук чеського походження: Розана, Рубінола, Райка, Голдстар та Топаз на підщепах М.9, P2, P60, P16 та P22 за схемою 3,5 × 1,2 м (2380 дерев на гектар) не виявлено суттєвої різниці в сукупній врожайності між сортами. Проте, дерева на підщепі P60 мали найбільшу площу поперечного перерізу та об'єм крони, а також найвищу кумулятивну врожайність. Дерева на суперкарликовій підщепі P22 росли мали хороший урожай [138].

Дослідження проведені у Швеції показали, що сорти з найвищою кумулятивною врожайністю за чотири роки – Vanda (43 кг) і Scarlet O'Hara (35 кг), тоді як урожайність сорту BM 51596 не перевищила 1 кг [139].

Результати вивчення продуктивності 25 імунних сортів яблуні, вирощених на підщепі М9 за схемою 3.5 х 1.0 м в умовах Бухареста (Румунія) свідчать про найбільшу продуктивність у сорту Mars з врожайністю 120,5 плодів/дер., дещо нижчу – Romus 3, з врожайністю 109,5 плодів/дер.

Натомість, у сорту Rosana – 6 плодів/дер., а Opal – 3,5 плодів/дер [63].

Аналізуючи продуктивність генетично стійких до хвороб сортів яблуні Ariwa, Golden Lasa, Goldrush, Enterprise, Inedit, Iris, Luca, Real, Rebra, Redix, Remar, Saturn, Voinicel на підщепі М9 з кількістю 2500 дер/га румунські дослідники відмічають, що більшість сортів мають врожайність понад 30 т/га і включені до переліку брендованих сортів з високим виробничим потенціалом за максимуму у Real (34,5 т/га), Saturn (33,1 т/га), Enterprise (34,4 т/га), Remar (40,8 т/га) та Iris (44,4 т/га) [60].

Marian-Florin Gavrilă, Gheorghe Petrey [140] наводять дані про те, що врожайність 10 сортів яблуні з генетичною стійкістю до хвороб, вирощених на підщепі М9 за схемою садіння 3.5х1м (2,857 дер/га), коливається в межах від 28 до 45 т/га, причому найбільш продуктивними були сорти Iris, Real, Remar, Valery, Brumar і Cezar з врожайністю понад 35 т/га.

Дослідження продуктивності трьох нових сортів яблук, стійких до парші: Valery, Cezar and Revidar, на підщепі М9 за густоти 2 857 дерев/га запатентованих ISTIS у 2016 році показали, що урожайність дерев у віці 7-10 років становила 35-40 т/га у сортів Cezar і Valery та 28,30 т/га у сорту Revidar [141]. Натомість, серед 13 стійких до хвороб сортів яблуні щеплених на підщепі М 9 в щільних насадженнях за схемою 4 х 1 м, з веретеноподібною форми крони високим виробничим потенціалом відзначилися стійкі до хвороб сорти яблуні Ariwa, Remar, Inedit та Saturn, які на 4 - 6 рік після садіння мали врожайність понад 29 т/га. Тоді як сорти Real, Voinicel, Luca та Iris – від 23,2 т/га до 25,5 т/га [142].

В Чеській Республіці найбільш широко вирощуваний стійкий до парші сорт яблуні Топаз вважають найбільш продуктивним та з високою якістю плодів. Сорт яблуні Рубінола вважається другим найбільш широко вирощуваним стійким до парші сортом. Сорт Julia – стійкий сорт до всіх основних хвороб яблуні, однак, не набув широкого поширення через те, що він літній [143].

Серед 35 стійких до хвороб сортів яблуні на підщепі М9 в Чеській

Республіці найпродуктивнішим сортом, який також дав найвищий середній врожай з дерева, був сорт Produkta, натомість в холодних кліматичних умовах найкращим виявився сорт Jonalord. Сорти Rajka, Selena і Otava загалом були високопродуктивними, тоді як найнижча врожайність спостерігалася у сортів Rubin, Bohemia, Rubinola and Julia. Angold, Rubin, Bohemia, Melrose, Jonalord, Zuzana і Vanda належали до сортів з дуже великими або великими плодами [144].

Дослідження 4 чеських (Rosana, Rubinola, Rajka і Topaz) і польських (Waleria - U184 і Sawa) сортів на 6 підщепах: M.9, P2, P60, P16, P22 та M.27 з міжряддям 3,5×1,2 м (2380 дерев/га) показали найвищу врожайність у Topaz і Sawa, тоді як найнижчу – Rajka і Rubinola. Найвищий індекс ефективності врожаю був зафіксований для сорту Росана (4,99 на M9), а найнижчі - для сорту Рубінола (1,19 P60) [145].

За даними польських дослідників серед польських сортів (Alka, Sawa, Witos і U1165) найвищу врожайність і середню вагу плодів зафіксовано у сорту Sawa. Серед чеських сортів (Rajka, Rosana, Rubinola, Topaz and Goldstar) найбільший потенціал для комерційного виробництва мали Rubinola і Topaz. Для сортів Sawa, Rubinola, Topaz і Флоріна підходили карликові M.9 і напівкарликові підщепи P 60 [146].

Серед виведених у Науково-дослідному інституті садівництва, Скерневіце, Польща генотипів яблуні стійких до парші Gold Milenium, Free Redstar і Melfree на чотирьох підщепах: M.9, M.26, P14 і P60 найвищу врожайність показав сорт Gold Milenium, за ним слідував сорт Melfree, а найнижчу врожайність – Free Redstar. Найбільшими за масою плодами вирізнялися сорти Melfree та Gold Milenium, вирощені на M.9 [147]. Ці ж автори свідчать про високу загальну цінність сортів Melfree та Free Redstar [148].

Японські дослідники відзначають прибутковість та якість плодів першого колоновидного сорту Morioka 74, що є праправнуком оригінального сорту McIntosh Wijcik, який пройшов національне випробування і буде

зареєстрований як новий сорт у 2020-х роках [149].

Дослідження врожайності сортів яблуні Скіфське золото та Дміана на підщепах М.9 і М.26 показали її коливання в межах 16,8–25,4 і 20,7–21,7 т/га, тоді як у сорту Дміана вона була на 6,2 – 11,9 і 5,3 – 26,7% вищою. У садах з безопорними конструкціями на підщепі ММ.106 значення досліджуваного показника складало 16,1–19,3 та 14,2–22,8 т/га і за розміщення дерев 4×1 м була максимальною [150].

В умовах Подільської дослідної станції серед імунних сортів яблуні Аріва, Гарант, Голд Раш, Ентерпрайз, Надзєйни, Рубінола, Топаз, високпродуктивними були дерева сортів Надзейни, Граф Еззо і Сябріна з урожайністю 24,7-22,4 т/га. Середню врожайність мав сорт Топаз, а найнижчу – Рубінола. Плодами вище середнього розміру характеризувалися сорти Аріва, Гарант, Ентерпрайз, Надзєйни, Рубінола, Топаз з середньою масою плоду 151-200 г. Сорт Голд Раш мав плоди середнього розміру (111-150 г) [151].

За даними Kruczyńska D. E. та Rutkowski K. P. [62] яблуня сорту Rubinola формує плоди меншого розміру, тоді як сорту Rajka – найбільшого, однорідного розміру, з найвищим відсотком добре забарвлених плодів. Автори рекомендують збирати врожай вищезазначених сортів яблуні за ступенем деградації крохмалю в діапазоні від 5 до 7 (10-бальна шкала).

В умовах Київщини більший розмір плодів відмічено у сортів Болотовське, Вітос (180 г), Едера (179 г), Аскольда (188 г) та Старта (190 г). Як зазначають автори дослідження, сорт яблуні Амулет, незалежно від зони вирощування, формує крупні плоди, масою 202 (Сумська ДСС) – 221 г (ІС НААН), а Флоріна в різних ґрунтово-кліматичних умовах – найменші плоди (близько 130 г). Американський сорт Голдраш вирізняється найменшими за розміром яблуками (130,5 г) [152].

Про найбільшу масу плодів сортів Topaz, Rosana, Rajka, Rubinola, та Goldstar, вирощених на підщепах М9 та Р60, свідчать дані отримані I. Sosna Автор робить висновок про найкращий потенціал для органічного вирощування, особливо на карликових підщепах сорту Rubinola [138].

Дослідження середньої маси плодів сортів стійких до парші Corelita, Coreal, Corealor, Coredova, Corejuno, Coretard, Coreagat, Coreor і Coreprim, що зареєстровані впродовж останніх 15 років в Молдові вирощених на підщепі ММ106 з міжряддями 3,5 х 2 м показали значну варіабельність серед генотипів, від 115,15 г у сорту Coreal до 212,41 г у сорту Corejuno за, переважно, нижчої середньої маси, ніж у сорту Florina [153].

Дослідження розподілу плодів яблуні сортів імунних до парші на класи за діаметром показали, що Teser T219, Флоріна, Редстар, Ретіна, Рубінола і Бесапара формують плоди вищого класу («Екстра») – понад 90% плодів. Сорти Мартініка, Прима та Елегія формують найбільший відсоток плодів I класу з несуттєвою кількістю плодів II сорту – від 4 до 23%. З економічної точки зору автори [154] виділяють сорти Teser T219, Siyana, Marlena, Gorana, Florina та Besapara з показником рентабельності вище 180 %.

О.С. Гаврилюк, Ю.С. Бондаренко, Г.Ю. Бойчук та ін. [71] стверджують, що імунні сорти яблуні Дміана, Джулія, Джонаголд і Паланка мають найвищі показники рентабельності (128 %), натомість Розела і Рубінола найнижчі (63,6 %).

За даними В. Жук, Л. Барабаш, В. Кривошапки та ін. [155] високу економічну ефективність вирощування плодів мали сорти яблуні Скіфське золота та Дміана, що вирощували на підщепі ММ106 при розміщенні на 1 га саду від 1667 до 2500 дерев (садіння 4 х 1,5 та 4 х 1 м). Причому сорт Дміана забезпечував на 32,3 і 9,6 % вищий прибуток та рівень рентабельності, ніж Скіфське золото.

G Petre, DN Comănescu, A Asănică доведено [60], що економія за рахунок відмови від фунгіцидів у пропорції 90% і 81% скорочення інсектицидів і акарицидів, становить 66% порівняно з нестійкими сортами, а витрати дизельного палива зменшуються на 53%.

Orosz-Tóth M. та Kincses S. [156] зазначають, що стійкі до парші сорти яблуні мають більш компактний та щільний м’якуш, щільність якого за даними Preda L. F., Butcaru A. C., Stănică F. [63] коливалася в межах від між

4,57 кг/см^2 (Starkprim), 4,88 кг/см^2 (Red Elstar) до 7,89 кг/см^2 (Dalinette). Аналогічні дані наводять і зі значенням щільності під час збору врожаю для сорту Топаз – 6,98, Rozela – 5,74, Generos – 4,75, Florina – 6,12 kgf/cm^2.

Високою кислотністю та високим вмістом розчинних сухих речовин вирізняються яблука сортів Renora, Ecolette, Topaz і Goldrush. Крім Topaz, словенські фахівці з вирощування фруктів сьогодні також рекомендують Ecolette і Goldrush [157].

Серед фруктів та овочів яблука також є потужним антиоксидантним засобом, оскільки вони містять такі сполуки, як кверцетин, катехін, хлорогенова кислота, хлоридзин та вітамін С [158].

Фенольні сполуки здебільшого вважаються одним із важливих біохімічних параметрів стійкості до хвороб, на що вказує вищий рівень накопичення загальних фенолів у стійких генотипах порівняно з чутливими [159].

Доведено [160], що у імунних до парші сортів яблуні основною вільною фенольною кислотою як у шкірці, так і в м'якоті яблук є хлорогенова кислота, потім три похідні гідроксибензойної кислоти (протокатехінова, ванілова та галова кислоти) і три похідні гідроксикоричної кислоти (п-кумарова, ферулова та кавова кислоти). Спектр фенольних глікозидів включає глікозильовані форми протокатехової кислоти і чотири інші гідроксибензойні кислоти (галову, п-гідроксибензойну, гентизинову та сирингову кислоти).

За даними Mikulic Petkovsek M., Stampar F. та Veberic R. [161] у листі яблуні стійких сортів виявлено гідроксикоричні кислоти: хлорогенову, кавову та п-кумаринову кислоти, дигідрохалкон флоридин, а також флавоноїди: епікатехін, катехін, рутин і кверцитрин.

Відомо, що у імунних сортів вміст антиоксидантів у плодовій м'якоті прямо корелює зі стійкістю сортів яблук до парші [162]. Сорт яблуні Моді є найбільш рекомендованим на основі вмісту антиоксидантів, причому зберігає високу якість після тривалого зберігання. А найменш придатним до зберігання є сорт Gaia [163].

Аналіз летких органічних сполук у сортів, стійких до парші та з червоною м’якоттю, показав профілі, подібні до відомих комерційних сортів, що допоможе замінити поточні сорти на більш стійкі, оцінити біорізноманіття яблук серед старих місцевих і новіших сортів (стійких до парші та з червоною м’якоттю) [164].

Важливими характеристиками імунних сортів є здатність до зберігання та напрями їхнього використання. Так, Rutkowski K. P., Kruczynska D. E., Plocharski W. та ін. [165] наводять дані про тривалість зберігання яблук сортів Freedom, Ecolette, Free Redstar, Melfree, Redkroft, Medea and Sawa. Плоди досліджуваних сортів можуть зберігатися щонайменше три місяці за температури +2°C. Яблука сортів Freedom та Melfree чутливі до поверхневого опіку, а Melfree – до побуріння серцевини.

Результати досліджень D. Angeli, L. Turrini, F. Zeni та ін. [166] свідчать, що термін зберігання сорту Galant варто обмежити до <180 д. Крім цього плоди цього сорту схильні до поверхневого опіку і побуріння м'якоті.

Як зазначають Gavrilă M. F., Petre G., Comănescu D. [140], тривалість зберігання яблук 11 стійких до хвороб генотипів яблук у показали тривалість зберігання від 101 до 150 діб.

З огляду на значний вміст сухих розчинних речовин окремі імунні сорти є придатними для виробництва концентрованого яблучного соку. Особливо цінними автори дослідження вважають сорти Regine, Rebella, Sawa і Topaz [167].

Kołodziejczyk K., Kosmala,M., Milala J. та ін. [168] рекомендують для виробництва соку використовувати сорти Ariwa та Rajka, вичавки яких характеризуються високим вмістом харчових волокон, поліфенолів та глікозиду кверцетину. Найбагатшим джерелом поліфенолів є плоди сорту Топаз з понад 2000 мг $кг^{-1}$ кверцетину.

Отже, вирощування імунних до хвороб сортів яблуні є економічно доцільним напрямом завдяки їхній високій продуктивності, стабільній врожайності, високим товарним якостям плодів та задовільній здатності до

зберігання. Дослідження продуктивності насаджень імунних сортів в окремих екологічних умовах дасть змогу оцінити їхній адаптивний потенціал та оптимізувати агротехнічні заходи.

Висновки до розділу 1

Вирощування імунних до хвороб сортів яблуні є науково обґрунтованим та економічно ефективним напрямом сучасного інтенсивного садівництва. Завдяки високому рівню природної стійкості до хвороб, знижується потреба в хімічних засобах захисту, мінімізуються ризики екологічного забруднення. Значний рівень продуктивності, високі смакові властивості плодів та задовільна лежкість забезпечують їхнє широке впровадження в садівничу практику. Відсутність дослідження особливостей формування крони та адаптивного потенціалу імунних сортів яблуні з метою оцінювання підвищення ефективності їхнього вирощування вказує на актуальність теми дослідження.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце проведення та погодні умови у роки досліджень

Дослідження росту і продуктивності насаджень яблуні імунних сортів залежно від типу формування крони проводили в насадженнях яблуні Уманського національного університету, розташованому в Правобережному Лісостепу України.

Помірно-континентальний клімат Уманського агроґрунтового району характеризується нерівномірним розподілом опадів і температури.

За даними Уманської метеорологічної станції середньорічна температура за середньобагаторічними даними (1991-2020 рр) становить +8,8 ○С з абсолютним мінімумом у січні-лютому та максимумом червні - серпні.

Середньобагаторічні дані кількості опадів становлять 586 мм з істотними коливаннями в окремі роки та нерівномірністю їхнього розподілу, що дозволяє віднести Уманський район до зони з нестійким зволоженням. В період вегетації (квітень-вересень) випадає 352 мм опадів.

Середня вологість повітря за багаторічний період становить 76–77 %, при цьому в липні–серпні зменшується до 46–48 %, а в листопаді–грудні збільшується до 88–89 %. Упродовж року відзначаються несприятливі кліматичні явища, зокрема грози, град, тумани, ожеледиця та тривалі періоди без опадів.

Впродовж періоду досліджень метеорологічні дані 2023-2025 рр. в окремі місяці істотно різнилися з середньобагаторічними показниками (рис.2.1).

У сезоні 2023 року спостерігалося підвищення температурних показників та зменшення кількості опадів порівняно середньобагаторічними даними. Так, у 2023 році випало 505 мм опадів, що на 81 мм менше проти даних за багато років, причому спостерігався їхній нерівномірний розподіл.

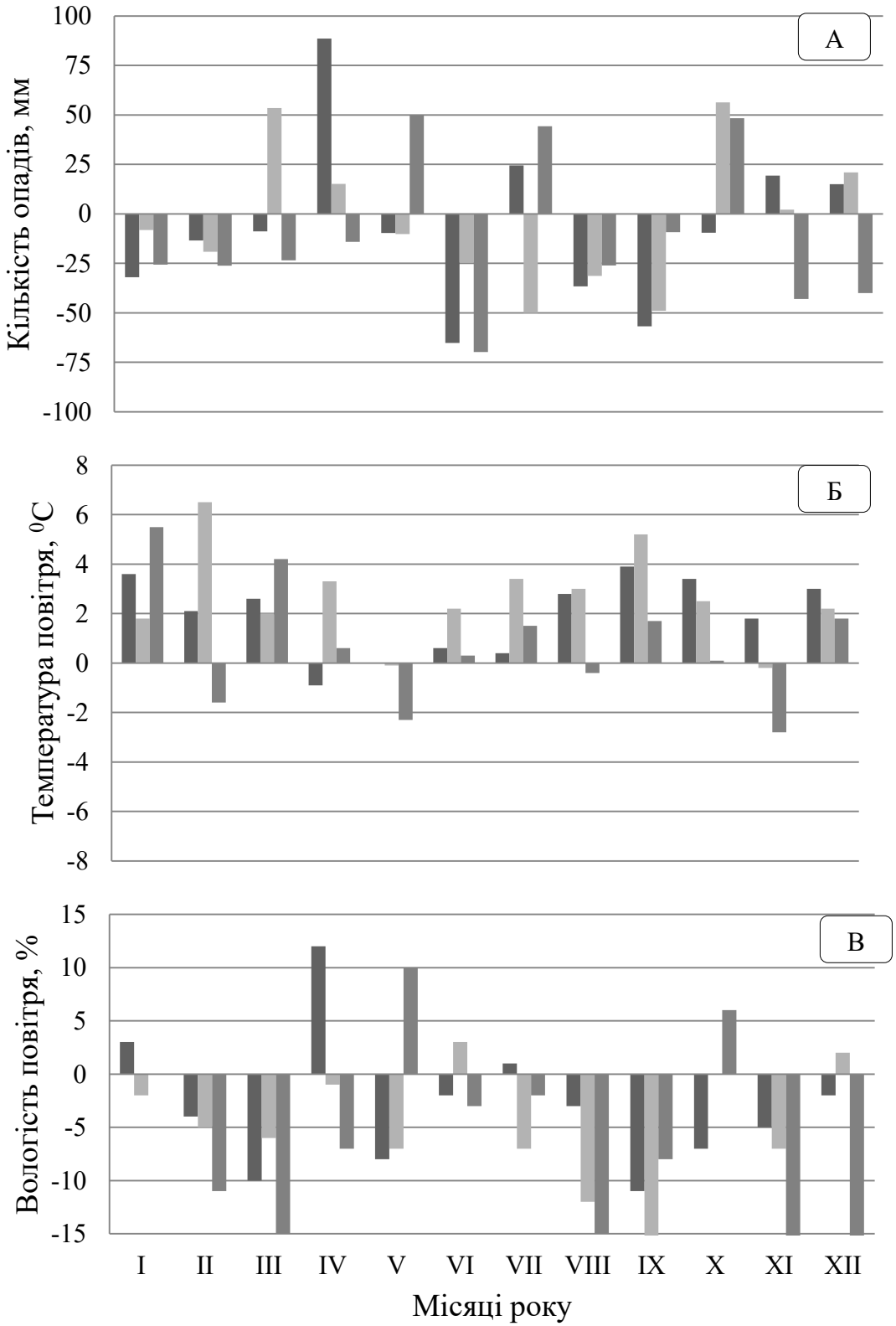


Рис. 2.1 Відхилення опадів (А), температури (Б) і відносної вологості повітря (В) від середньобагаторічних даних (за даними метеостанції Умань):

Сумарна кількість опадів навесні зафіксована на рівні 199,2 мм, з нерівномірним розподілом впродовж місяців. Влітку кількість опадів була значно меншою норми (120,7 мм, що складає 61 %). Зокрема, у квітні кількість опадів в 3,1, а в липні в 1,4 рази перевищувала середньобагаторічні дані, тоді як у червні - їхня кількість була в 5,1, а у вересні в 14,5 рази нижчою.

Осінь 2023 року була теплою та дощовою з переходом середньодобової температури повітря через +15 °С у бік зниження другого жовтня та з перевищенням середньомісячної температури повітря у жовтні на 3,4, а у листопаді - на 1,8 °С. У листопаді спостерігалося на 19,3 мм перевищення опадів.

Середньомісячна температура повітря була вищою за середньобагаторічні значення на 2 ºС, з суттєвим перевищенням у серпні - на 2,8, а у вересні - на 3,9 ºС та зберігаючи температурні показники з травня по липень практично на рівні кліматичної норми. Натомість, у квітні середньомісячна температура повітря була дещо нижчою проти середньобагаторічних даних - на 0,9 ºС. Стійкий перехід середньодобової температури повітря через 0°С у бік зниження відбувся 7 січня, що було на 35 днів пізніше норми (03 грудня), тоді як закінчився він переходом через 0°С у бік підвищення – 14 лютого, що на 16 діб раніше норми. Тривалість зими становила 37 діб. У січні-лютому температура повітря мала вищі показники відповідно на 3,2 і 2,1 ºС, порівняно з кліматичною нормою. Мінімальна температура повітря в січні була на рівні 10°С морозу, без стійкого снігового покриву взимку та слабким снігонакопиченням. Грунт промерзав на глибину до 20 см. Перехід середньодобової температури через 0 °С (безморозний період) відбувся на 14 діб раніше, через +5 °С – на 21 добу раніше, через +10 °С (початок вегетації теплолюбних культур) – на чотири доби пізніше, через +15 °С – на п’ять діб раніше звичайного.

Гідротермічний коефіцієнт у 2023 році за період із середньодобовою температурою повітря понад 10 °С влітку склав 0,6, зі значенням у червні та серпні 0,3-0,1, що свідчить про сильну посуху.

Відносна вологість повітря, переважно відповідала середньобагаторічним даним, однак, з відхиленнями у квітні на 12 % у бік збільшення та на 11 % у вересні у бік зменшення [169].

2024 рік характеризувався суттєвим перевищенням температури повітря (на 2,7 ºС), недобром опадів на 44,1 мм та зниженою на 4,7 % відносною вологістю повітря. Сумарна кількість опадів у весняному сезоні склала 187,5 мм (145 % норми) з нерівномірним розподілом впродовж місяців. Так, у березні їхня кількість на 53,5 мм перевищувала норму, а у квітні - на 15,2 мм, тоді як у травні - спостерігалося зменшення їхньої кількості. Літній сезон 2024 року характеризувався недобором опадів (47 % від норми): у червні кількість опадів складала 70 % , у липні - 26 %, а у серпні - 36 % від кліматичної норми. У вересні кількість опадів була суттєво нижчою проти середньобагаторічних даних - 12 мм, що склало 19 % від кліматичної норми.

Середньомісячна температура січня була вищою на 1,8 ºС, тоді як у лютому вона перевищувала середньобагаторічні дані на 6,5 ºС. Найвищий сніговий покрив спостерігався у січні - 5-7 см.

Весняний період 2024 року характеризувався температурними показниками на 2-3,3 ºС вище норми та на 58,5 мм вищою проти середньобагаторічних показників кількістю опадів. Так, у березні та квітні спостерігалося перевищення середньобагаторічних даних відносно кліматичної норми відповідно на 2,0 та 3,3 °С, натомість, у травні температурні показники наближалися до середніх. У квітні спостерігалися заморозки на поверхні грунту та на висоті 2 см від поверхні грунту зі зниженням температури до мінус 1- плюс 1°С за останньої дати 20 квітня. У останній весняний місяць зафіксовані пізні заморозки зі зниженням температури на поверхні грунту до мінус 1- плюс 3 °С з мінімальною температурою повітря 10 травня 0-3° тепла.

Температурні показники літа перевищували середньобагаторічні дані на 2,2-3,4 ºС зі значним недобором опадів, особливо в липні (в 3,8 рази). Характерною ознакою вересня було суттєве перевищення температурного

режиму (на 5,2 ºС) та зниження рівня опадів в 5 разів.

У 2024 році гідротермічний коефіцієнт визначав квітень як достатньо вологий (1,4), травень та червень - слабко посушливі (0,9), липень, серпень та вересень - дуже сильно посушливі (0,2).

Відносна вологість повітря серпня та вересня була на 12 і 17 % нижчою проти середньобагаторічних даних, з незначним зниженням у решті місяців [170].

Метеорологічні дані 2025 року [171] свідчать про перевищення середньомісячної температури повітря , недобір опадів та зниження відносної вологості повітря відносно середньобагаторічних даних. Сумарна кількість опадів навесні 2025 року склала 141,2 мм зі значним недобором (у 1,5 рази) у березні та практично вдвічі перевищенням норми у травні. Влітку спостерігалася аналогічна тенденція до нерівномірного розподілу опадів зі значним недобором у червні та серпні, тоді як у липні – навпаки – суттєве перевищення (в 1,6 рази). Середньомісячна кількість опадів у вересні була на 9,2 мм нижче даних отриманих впродовж багатьох років.

Температурні показники 2025 року відхилялися від середньобагаторічних даних, зокрема у січні – на 5,5 ºС у бік підвищення та з більш прохолодним періодом – у лютому. У квітні зафіксовані заморозки до мінус 3-6 ºС морозу у повітрі, мінус 4-8 ºС морозу на поверхні грунту та на висоті 2 см від поверхні з формуванням снігового покриву до 5 см. У травні середньомісячна температура повітря була на 2,3 ºС нижчою із останніми весняними заморозками на початку місяця. В цілому, весняний період 2025 року був більш теплим відносно даних за багато років.

Влітку температурні показники були практично на рівні середньомісячних даних з максимальним перевищенням температури у липні – на 1,5 ºС. Осінній період характеризувався неістотним перевищенням середньобагаторічних показників.

Гідротермічний коефіцієнт 2025 року характеризував червень (0,2) та серпень (0,4) як дуже посушливі, натомість травень та липень – відповідно як

вологий та достатньо вологий.

Відносна вологість повітря, в цілому, була дещо нижчою проти середньобагаторічних даних, за винятком травня, де перевищення склало 10 % [171].

Отже, впродовж періоду ведення досліджень погодні умови характеризувалися нерівномірним розподілом та незначною нестачею опадів, з перевищеним температурним режимом, що вплинуло на ріст і плодоношення досліджуваних сортів яблуні.

2.2. Характеристика ґрунту дослідних насаджень

Дослідження виконували в дослідному насадженні навчально-виробничого відділу Уманського національного університету.

Рельєф дослідної ділянки рівнинний зі слабким схилом південного напрямку.

Грунт в дослідному насадженні (ділянки 1-3)- чорнозем опідзолений з вмістом гумусу близько 3 %, ділянки 4 - темно-сірий опідзолений з вмістом гумусу на рівні 2,34 %.

Загальний вміст азоту в орному шарі пересічно 0,3 %, фосфору – 0,1-0,25 %, калію – 2-2,4 %. pH сольової витяжки складає 5,9, тоді як сума поглинених основ - 26,2 мг/екв. У верхньому горизонті грунту знаходиться 0,8 мг/100г легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом), рухомого фосфору (за Чиріковим) – 11,9 та 10,1 мг/100г ґрунту обмінного калію (за Чиріковим).

Об’ємна маса ґрунту дослідної ділянки знаходиться на рівні 1,18–1,2 г/см3, за найменшої польової вологоємності в орному шарі 30,3 %, а у підорному – 28,6 %. Грунтові води на дослідній ділянці залягають на глибині від 15 до 18 м.

Плодові насадження в ході досліджень утримувалися під чорним паром без зрошення. Догляд за насадженням здійснювали відповідно до програми, прийнятої в навчально-виробничому відділі Уманського НУ.

2.3. Схеми та об’єкти досліджень

В дослідженнях використовували три досліди, які включали по два варіанти в триразовому повторенні з шістьма обліковими деревами (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схеми дослідів

Параметри досліду	Сорт	Формування крони
Дослід 1. Рік садіння 2018, підщепа ММ.106, схема живлення 5х2 м	Флоріна	Струнке веретено (контроль)
		Французька вісь
Дослід 2. Рік садіння 2018, підщепа 54-118, схема живлення 5х2 м	Моді	Струнке веретено (контроль)
		Французька вісь
Дослід 3. Рік садіння 2015, підщепа М.9, схема живлення 4х1 м	Ред Топаз	Струнке веретено (контроль)
		Французька вісь

Флоріна (Querina) – зимовий сорт французької селекції, створеним у 1977 році шляхом схрещування сортів Jonathan, Golden Delicious, Rome Beauty та Malus floribunda з імунітетом до парші (ген Vf/Rvi6).

Дерево середньорослe, з округлою або злегка розлогою кроною, середньорослe з регулярним плодоношенням. В плодоношення вступає на 2–3-й рік після садіння і плодоносить, переважно, на кільчатках і плодових прутиках. Florina високозимостійкий сорт, зі стійкістю до основних грибкових хвороб, зокрема парші, а також середньою стійкістю до борошнистої роси, середньостійкий до борошнистої роси.

Плоди середнього та великого розміру (140–180 г), округло-конічної форми, з гладенькою, щільною, блискучою шкіркою вкритою насиченим червоно-фіолетовим рум’янцем та кремовою, щільною, соковитою, хрусткою м’якоттю. Смак плодів – кисло-солодкий з легким ароматом.

Знімальна стиглість настає в кінці вересня – на початку жовтня, споживча – в листопаді. Плоди зберігаються в холодильнику впродовж 6–7 місяців. Сорт рекомендований для інтенсивного садівництва, добре транспортується та придатний як для споживання у свіжому вигляді, так і для переробки [172-178].

Моді (CIVG 198) – сучасний стійкий до парші зимовий клубний сорт, отриманий у 1982 році в Італії від схрещування сортів Gala та Liberty селекціонерами консорціуму CIV (Consorzio Italiano Vivaisti). Сорт був названий на честь італійського художника Амедео Модільяні.

Дерево середньорасле, з компактною або овальною кроною з гілками, що мають широкий кут відходження, що дозволяє легко формувати крону у вигляді струнного веретена або осі. Тип плодоношення – змішаний: на кільчатках, списиках, плодових прутиках і однорічних приростах. На карликових або середньорослих підщепах вступає у плодоношення на 2-й рік після садіння. Потребує проріджування при зав'язуванні плодів. Сорт високозимостійкий, імунний до парші на генетичному рівні (ген Vf), до борошнистої роси та кедрової яблуневої іржі (Gymnosporangium juniperi-virginianae) [179].

Плоди середнього та великого розміру, масою 150–210 г, округло-конусоподібної або видовженої форми, слаборебристі. Основне забарвлення – світло-зелене, з насиченим бордовим або темно-червоним розмитим рум’янцем по всій поверхні. М’якоть біло- або жовтувато-кремова, щільна, дуже хрустка, соковита, з приємним кисло-солодким смаком (дегустаційна оцінка – 8,1–8,2 бала). Шкірка товста, гладка, блискуча, маслянista. Смак плодів добре збалансований за співвідношенням цукрів і кислот. Сорт схильний до фізіологічного захворювання плодів – гіркої плямистості у молодому віці, а також до сонячних опіків плодів. Для запобігання деформації плодів потребує ефективного перехресного запилення; рекомендовані запилювачі – сорти Evereste та Goldrush [179, 180]. У разі перезрівання (після 10–12 жовтня) можливе опадання плодів.

Знімальна стиглість настає в середині – другій декаді вересня, споживні – у січні. Плоди зберігаються у холодильнику до 7–8 місяців без втрати смакових властивостей. Сорт перспективний для інтенсивних органічних і промислових насаджень, особливо в умовах Лісостепу України, для використання у селекційних програмах, зокрема за імунітетом до парші, скороплідністю та забарвленням плодів [181, 182].

Ред Топаз – один із найбільш популярних зимових сортів, стійкий до парші з геном стійкості Rvi6, клон імунного до парші сорту Топаз, що виведений в Чехії. В Європі Ред Топаз – найбільш популярний стійкий до парші сорт яблук для органічних насаджень.

Дерево середньорослe з розгалуженою кроною, від прямостоячої до розлогої, з помірно сильним ростом. Характерною ознакою сорту є утворення значної кількості плодових відростків. Сорт диплоїдний, скороплідний, високозимостійкий. Цвітіння рясне, розпочинається в середині сезону. Плодоношення відбувається регулярно, переважно на кільчатках та плодушках.

Сорт стійкий до парші, низько сприйнятливий до борошнистої роси та високо сприйнятливий до європейського раку та плодової гнилі.

Плоди середнього розміру (120-160 г), плоско кулястої форми. Колір плодів яскраво-червоний майже на 100 % поверхні плоду, з легким рум'янцем у порожнині плодоніжки. М'якоть жовтувата, тверда, хрустка, дуже соковита з хорошим смаком.

Знімальна стиглість плодів сорту настає у кінці вересня. Привабливий яскраво-червоний колір плодів, який розвивається приблизно на 10 днів раніше, дає перевагу сорту Ред Топаз у теплих сухих регіонах, проти сорту Топаз. Плоди добре тримаються на дереві. Тривалість зберігання плодів – до березня [183-185].

2.4. Методика формування крони

Формування насаджень виконували за типом крони французька вісь

(VERTICAL AXIS) (рис. 2.2) струнке веретено (SLENDER SPINDLE`) (рис. 2.3).

VERTICAL AXIS`(вертикальна вісь) була розроблена в 1975 році J.M. Lespinasse (1977, 1980) у Франції.

Дерево з «вертикальною віссю» складається з вертикального стовбура, вздовж якого рівномірно розподілені плодоносні гілки. Форма дерева, як правило, конічна.

Формування крони за цим типом ґрунтується на двох принципах:

– кінцеві бруньки центральної осі та плодоносних гілок мають першочергове значення для досягнення оптимального балансу між вегетативним ростом і плодоношенням на рівні дерева та гілок.

– у плодових гілках існують зони плодоношення.

1 – Зона А (від 0-30см від вертикалі) характеризується найкращим проникненням світла. Ця зона сприяє розвитку сильних вегетативних пагонів, які здатні приносити плоди хорошої якості через один-два роки.

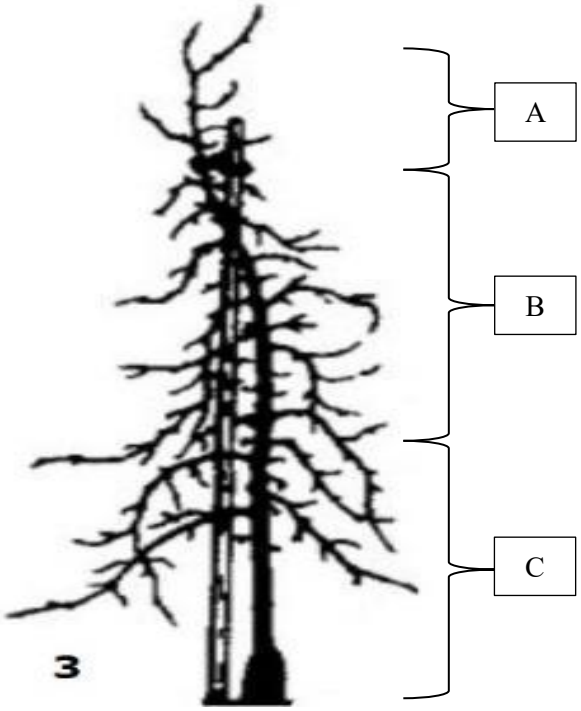


Рис. 2.2. Форма крони французька вісь

2 – Зона В, яка знаходиться нижче першої між 30 см і 120 см від

вертикалі, є зоною найкращого плодоношення, з гарним розподілом світла і помірним ростом пагонів.

3 – Зона С, що знаходиться під першими двома зонами, не дозволяє отримати хороші плодоношення через згубний вплив затінення всередині дерева на якість плодів.

Ця система формування спрямована на розвиток гілок у «зоні В», які дають найкращу якість плодів. Наприкінці третього року після садіння, зазвичай на висоті від 2 до 2,5 м (Голден Делішес на М26). Для дерева на М9, хороший баланс між вегетативним ростом і плодоношенням підтримують від 12 до 16 плодоносних гілок. Кількість і розподіл гілок контролюється літньою обрізкою [186].

SLENDER SPINDLE`(стрункий шпіндель, струнке веретено) – це система формування крони, що розроблена Верхаймом (Werheim, 1978) в 1978 році в Нідерландах для високощільних насаджень з метою отримання більш ранніх та регулярних врожаїв, зменшення затрат на виробництво. Для високощільних насаджень з великою кількістю невеликих дерев веретеноподібної форми на гектарі на карликових підщепах автор рекомендував переважно підщепу М9.

Рис. 2.3. Форма крони струнке веретено

До переваг однорядної конструкції відносять: достатній розподіл світла (сприятливий для середньої якості плодів) і легкий догляд завдяки великій кількості міжрядь (проходів).

Недоліком конструкції є не максимальне поглинання світла через велику кількість алей, та зменшення середнього розміру плодів за зменшення відстані між деревами в ряду.

2.5. Методика і методи проведення досліджень

Дослідження проводили польовим, лабораторним і статистичним методами [187, 188].

Анатомічну будову листків, пагонів та бруньок досліджували за А.О. Грицаєнко з доповненнями Заморського В.В. [189], відбираючи 10 пагонів однакової типової для кожного варіанту довжини (по 2 шт. з 5 модельних дерев з південної сторони).

Для дослідження анатомічної будови листків з цих же дерев у кінці вегетації відбирали 20 листків рівномірно навколо крони, із середньої частини пагонів подовження. Середню пробу (10 листків) формували із загальної кількості відібраних для анатомічних досліджень листків (100 шт.) найбільш типових за розміром і формою листкової пластинки. Дослідження анатомічної будови листків включали вимірювання їхньої товщини в міліметрах з точністю до 0,01 мм.

Зрізи пагонів та бруньок отримували за допомогою мікротому МЗ-1 та негайно досліджували під мікроскопом MICRO med. Анатомічні дослідження проводили за допомогою комп'ютерної системи для мікроскопії та аналізу «Micro Capture Software Ver 6.9.12» з отриманням кольорових відбитків анатомічних елементів зрізів струменевим принтером Epson Stylus Photo 915.

Структуру плодових утворень вивчали підрахунком ростових і плодоносних утворень на облікових деревах [187] в різних зонах крони: нижній (1,0-1,5 м), середній (1,5-2,0 м) та верхній (2,0-3,0 м).

Стан кислотності білків цитоплазми конусу наростання бруньок (ІЕМ) встановлювали за В.Г. Конарєвим в модифікації Заморського В.В. [189]. Отримані бритвою центральні зрізи бруньок фіксували у 96 % етиловому спирті впродовж 5 хвилин, з наступним витримуванням впродовж 10 хвилин спочатку в 0,1 %-му розчині еозину К, а далі в такій же експозиції у 0,01 %-му розчині метиленового синього. Залишки фарби зі зрізів видаляли промиванням у дистильованій воді з наступним витримуванням впродовж 6 годин у фосфатно- цитратній буферній суміші з pH від 2,2 до 6,0 з інтервалом значень pH – 0,2 одиниці. Отримані зрізи досліджували за допомогою світлового мікроскопа з відеоприставкою Micro Capture Software Ver 2.2. pH буферного розчину, за якого спостерігалося фіолетове забарвлення зразка приймали як ІЕМ меристематичних тканин. За розтягнутої зоні перехідного кольору за ІЕМ приймали середнє значення pH двох сусідніх градацій.

Світловий режим крони визначали люксметром марки LX1010BS вимірюючи показник трьох дерев з типовими фітометричними показниками у кожному варіанті досліду в ясну сонячну погоду з 10 до 14 години. Вимірювання здійснювали на висоті 1,0, 1,5 та 2,0 м від поверхні ґрунту у площині та упоперек ряду. Результат представляли у люксах [188].

Фітометричні показники насаджень і баланс фітомаси визначали відповідно до методичних рекомендацій Інституту садівництва УААН [188]. Вимірювання ширини і висоти крони дерев здійснювали мірною рейкою після періоду збирання врожаю розраховуючи ширину як середнє значення двох вимірювань вздовж та упоперек ряду, а висоту – як різницю висоти дерева та висоти штамбу. Діаметр штамбу визначали восени вимірюючи мірною стрічкою на висоті 30 см над місцем щеплення. Довжину пагонів визначали в кінці вегетації вимірюючи від основи пагона до верхівкової бруньки, а середню довжину – діленням сумарної довжини на 15 пагонів [188].

Площу листкової поверхні визначали за допомогою мобільного додатку «Petiole» для Android. Підрахунок кількості листків виконували на вегетативних пагонах і плодоносних утвореннях. Площу асиміляційної

поверхні насаджень представляли у вигляді добутку площі листкової пластинки, кількості листків на одному дереві та дерев на одиниці площі (1 га).

Вміст пігментів у листках досліджували за допомогою додатку «Petiole» для Android.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали починаючи з 17-20 діб після цвітіння, за досягнення маси зав'язі 3-5 г за формулою:

$$ЧПФ = \frac{B2-B1}{S*T},$$

де: ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/$м_2$ за добу;

S – сумарна площа листя на обліковому пагоні, $м_2$;

Т – час досліду, кількість діб;

B_1 – суха маса плодів, пагона і листків на початку досліду, г;

B_2– суха маса плодів, пагона і листків в кінці досліду, г.

Інтенсивність цвітіння досліджували підраховуючи кількість квіток на дереві, а ступінь зав'язування плодів – як відношення кількості зав'язі до кількості квіток після червневого осипання.

Врожайність насаджень розраховували як добуток кількості яблук з облікових дерев та середньої маси плоду. Питому продуктивність насаджень розраховували як відношення навантаження дерев плодами до показника об'єму крони та площі проекції крони.

Середню масу плоду визначали у кожному варіанту досліду зважуванням 100 плодів. Товарну обробку продукції проводили за ДСТУ 8133 [191]. До нестандартної продукції відносили плоди діаметром меншим 50 мм, з механічними пошкодженнями шкірки, зарубцьованими пошкодженнями плодожеркою та плямами парші, що перевищують допустиму норму для другого товарного сорту.

Визначення фізико-хімічних показників якості яблук проводили за настання збиральної стиглості: вміст сухих розчинних речовин –

рефрактометрично за ДСТУ 8402 [192], цукрів – фериціанідним методом за ДСТУ 4954 [193], титрованих кислот – титрометричним методом за ДСТУ 4957 у перерахунку на яблучну кислоту [194].

Економічну й енергетичну оцінку ефективності агрозаходів виконували за нормативним методом [195].

Статистичний аналіз отриманих результатів виконували за допомогою програми StatSoft STATISTICA 10.0, Enterprise Single User (2011).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМИ КРОНИ

3.1. Анатомічна будова вегетативних і генеративних утворень імунних сортів яблуні залежно від форми крони

Анатомічна будова вегетативних і генеративних утворень яблуні пов'язана з їхньою функціональною спеціалізацією: завдяки першим забезпечується ріст пагонів і галуження в кроні дерева, другі гарантують рівень урожайності та товарні властивості плодів. Відмінності анатомічної будови зумовлюють різну провідну здатність та адаптацію до умов освітлення, живлення та продукційний потенціал дерева.

Форма крони впливає на просторовий розподіл цих утворень, змінюючи архітектуру пагонів, їх кількість та морфофізіологічні властивості генеративних бруньок.

Дослідження анатомічної будови однорічних пагонів імунних сортів яблуні показали відмінності залежно від форми крони (табл. 3.1, рис.3.1.). Найбільші значення розміру флоеми однорічного пагону яблуні виявлені у сортів Моді та Флоріна за формування крони «французька вісь». Пагони сорту Ред Топаз відрізнялися меншими розмірами флоеми та мали найменші розміри за обох форм крони (1012-1040 μк). Слід відмітити, що сорти Моді та Флоріна мали достовірно більші розміри флоеми за обох форм крони, за максимальних значень у дерев сформованих за типом «французька вісь». Найбільші розміри ксилеми виявились у пагонів сорту Флоріна з формою крони «французька вісь», що на 182 μк перевищує аналогічний показник сорту Моді. Достовірно менші розміри ксилеми (на 355-587 μк) порівняно з сортами Моді та Флоріна мали пагони сорту Ред Топаз.

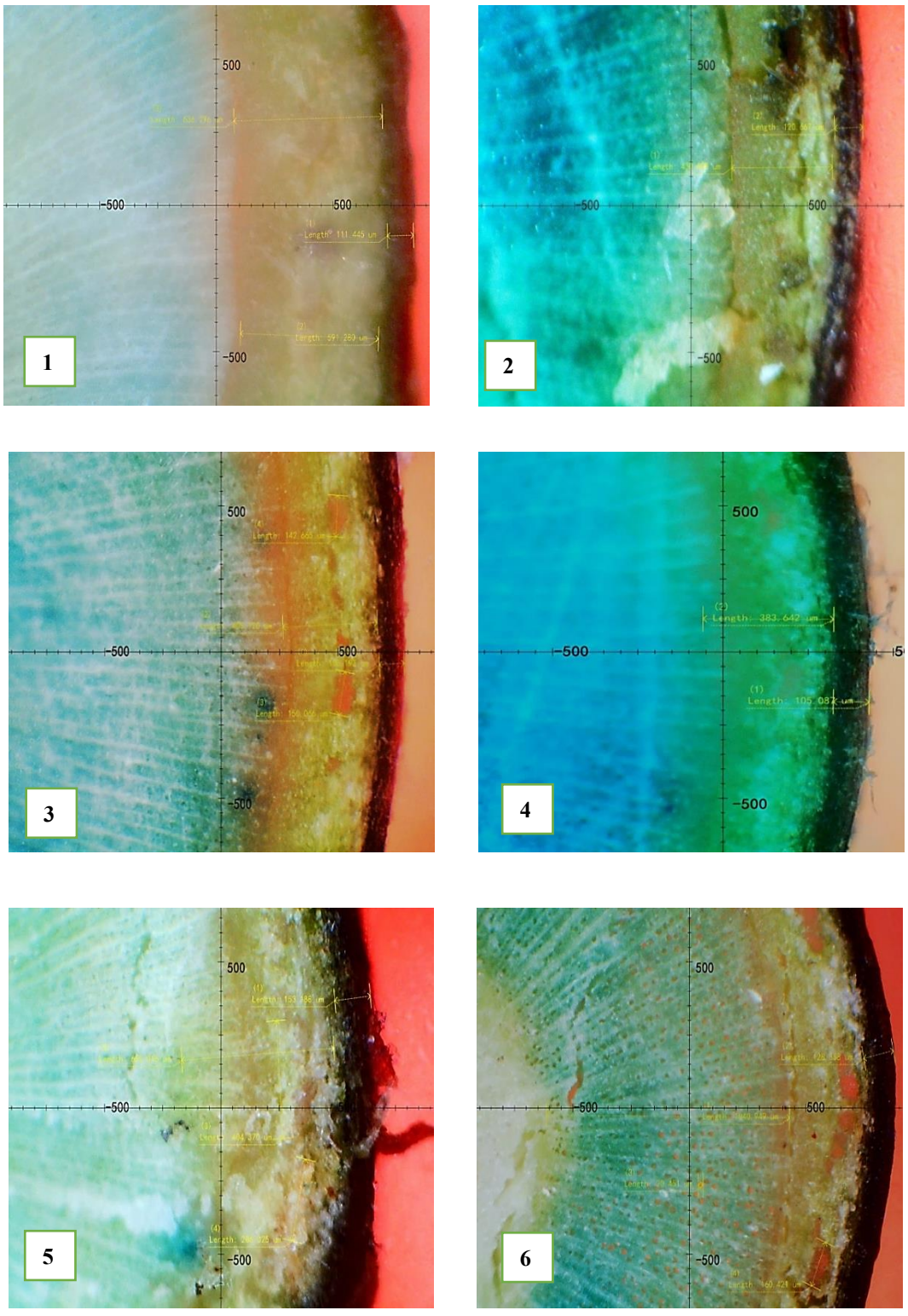


Рис. 3.1. Поперечний переріз однорічних пагонів яблуні залежно від форми крони: 1 – Флоріна («французька вісь»); 2 – Флоріна («струнке веретено»); 3 – Моді («французька вісь»); 4 – Моді («струнке веретено»); 5 – Ред Топаз («французька вісь»); 4 - Ред Топаз («струнке веретено»).

Таблиця 3.1

Розміри анатомічних елементів однорічних пагонів яблуні імунних сортів залежно від форми крони

Сорт	Форма крони	Розміри анатомічних елементів, μк			
		кора	флоема	ксилема	судини флоеми
Флоріна	Струнке веретено (контроль)	410	1624	1582	31
	Французька вісь	636	1759	1857	40
$НІР_{05}$		134	46	136	5
Моді	Струнке веретено (контроль)	383	1498	1524	41
	Французька вісь	405	1774	1675	42
$НІР_{05}$		62	92	74	8
Ред Топаз	Струнке веретено (контроль)	148	1040	1227	40
	Французька вісь	153	1012	1270	54
$НІР_{05}$		53	119	141	5

Важливим показником є діаметр судин флоеми, де здійснюється рух пластичних речовин, утворених в процесі фотосинтезу. Вимірювання показали (табл. 3.1), що усі досліджувані сорти яблуні мали більший діаметр судин флоеми 40-54 μк за формування крони «французька вісь», що на 1-14 μк перевищувало значення показника пагонів дерев сформованих з формою крони «струнке веретено».

Кора відіграє важливу роль у морфогенетичних процесах пагонів. Дослідженнями виявлено, що у однорічних пагонів усіх досліджуваних сортів найбільші розміри кори виявилися за формування крони «французька вісь». Найбільшою товщиною кори виділялися однорічні пагони сорту Флоріна, а найтоншу мали пагони сорту Ред Топаз.

Отже, однорічні пагони дерев усіх досліджуваних сортів з кроною

«французька вісь» вирізнялися більшими розміри кори, флоеми, ксилеми та діаметром судин флоеми, порівняно з кроною «струнке веретено».

Листок як основа фотосинтезу та накопичення пластичних речовин дає уявлення про фотосинтетичний потенціал насаджень яблуні. Морфо-анатомічні характеристики листка (анатомічної будови, форми, поверхні та орієнтації) тісно пов'язані з перетворенням світлової енергії у пластичні речовини.

Дослідженнями виявлено суттєві відмінності морфометричних показників анатомічних елементів листків яблуні та різну реакцію сортів залежно від форми крони (табл. 3.2, рис. 3.2).

Таблиця 3.2

Розміри анатомічних елементів листків яблуні імунних сортів залежно від форми крони

Сорт	Форма крони	Ширина жилки, μк	Ширина флоеми, μк	Товщина листка, μк
Флоріна	Струнке веретено (контроль)	1040	378	215
	Французька вісь	1369	671	402
$НІР_{05}$		27	156	54
Моді	Струнке веретено (контроль)	1167	545	220
	Французька вісь	1191	550	551
$НІР_{05}$		37	99	78
Ред Топаз	Струнке веретено (контроль)	1152	476	222
	Французька вісь	1560	782	240
$НІР_{05}$		297	126	23

Найбільші коливання спостерігаються щодо ширини флоеми та товщини листка, тоді як ширина жилки є більш стабільним параметром, однак, відрізняється залежно від типу крони. У сорту Флоріна ширина

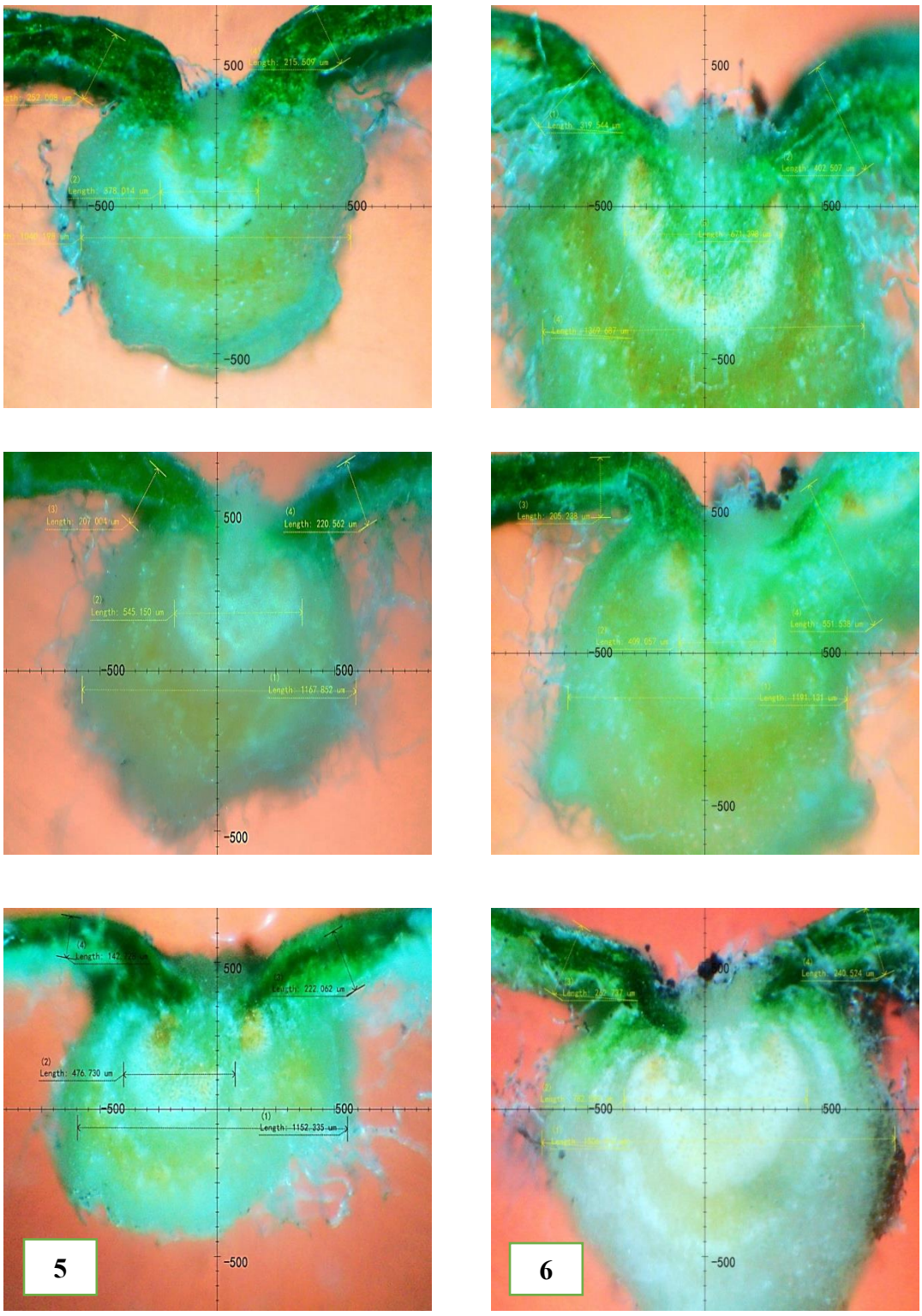


Рис. 3.2. Поперечний переріз листка яблуні залежно від форми крони: 1 – Флоріна («французька вісь»); 2 – Флоріна («струнке веретено»); 3 – Моді («французька вісь»); 4 – Моді («струнке веретено»); 5 – Ред Топаз («французька вісь»); 4 - Ред Топаз («струнке веретено»).

жилки листка дерев з типом крони «французька вісь» достовірно перевищує значення показника листків дерев з формою «струнке веретено» (різниця в 1,3 рази).

Сорт Моді характеризувався незначним збільшенням ширини жилки при формуванні за типом «французька вісь» (1191 μк) порівняно з формуванням «струнке веретено» (1167 μк). Тоді як у помологічного сорту Ред Топаз різниця між шириною жилки листка залежно від форми крони є істотною з перевагою в 1,4 рази значення показника у дерев сформованих з формою крони «французька вісь».

Аналогічна закономірність спостерігається і при дослідженні ширини флоеми листка. У листків яблуні сорту Флоріна з формою крони «французька вісь» спостерігається в 1,8 рази більша ширина флоеми проти аналогічного показника дерев з формою крони «струнке веретено».

Помологічний сорт Моді вирізнявся незначною різницею ширини флоеми залежно від форми крони, тоді як у сорту Ред Топаз різниця склала 1,6 рази на користь значення показника дерев з типом крони «французька вісь».

Аналіз розмірів товщини листкової пластинки також свідчить про різну реакцію досліджуваних сортів на тип сформованої крони. Листкова пластинка у дерев сорту Флоріна з кроною «французька вісь» була товща в 1,9 рази порівняно з кроною «струнке веретено». Значна різниці спостерігалася і у сорту Моді, де товщина листкової пластинки дерев сформованих з типом крони «французька вісь» в 2,5 рази перевищувала значення показника дерев з формою «струнке веретено», що свідчить про більший масив листків при вертикальній формі. Натомість, у дерев сорту Ред Топаз різниця була незначною – 18 μк на користь формування за типом «французька вісь».

Таким чином, система формування крони «французька вісь» позитивно впливає на розвиток провідних тканин однорічних пагонів та сприяє покращенню морфометричних параметрів листків. У дерев сорту Флоріна формування за типом «французька вісь» сприяє формуванню найбільш

розвинених провідних тканин та потовщених листків. У сорту Моді – вплив проявлявся переважно у збільшенні товщини листкової пластинки. Помологічний сорт Ред Топаз мав найслабше розвинені анатомічні структури.

Анатомічні параметри генеративних бруньок яблуні є чутливими індикаторами фізіолого-морфологічного стану рослин і відображають умови росту, рівень асиміляційного забезпечення та особливості архітектоніки крони. Дослідженнями встановлено відмінності параметрів анатомічних елементів генеративних бруньок яблуні залежно від форми крони (табл. 3.3, рис. 3.3).

Таблиця 3.3.

Параметри анатомічних елементів генеративної бруньки яблуні залежно від форми крони

Сорт	Форма крони	Ширина основи бруньки, μк	Ширина зародку квітки, μк
Флоріна	Струнке веретено (контроль)	1280	622
	Французька вісь	1589	547
$НІР_{05}$		265	49
Моді	Струнке веретено (контроль)	1354	553
	Французька вісь	1304	578
$НІР_{05}$		137	71
Ред Топаз	Струнке веретено (контроль)	953	380
	Французька вісь	1409	430
$НІР_{05}$		166	48

У більшості досліджуваних сортів формування крони за типом «французька вісь» сприяло утворенню генеративних бруньок із достовірно більшою шириною основи. Так, у помологічного сорту Флоріна ширина основи бруньки у дерев з формою «струнке веретено» на 19,4, а у сорту Ред Топаз – на 32,3 % перевищувала відповідне значення показника дерев з формою крони «струнке веретено», що, ймовірно, зумовлено кращим

освітленням внутрішніх зон крони та більш рівномірним розподілом фотосинтетично активної радіації У сорту Моді зафіксоване зменшення досліджуваного параметру, з різницею 3,8 %.

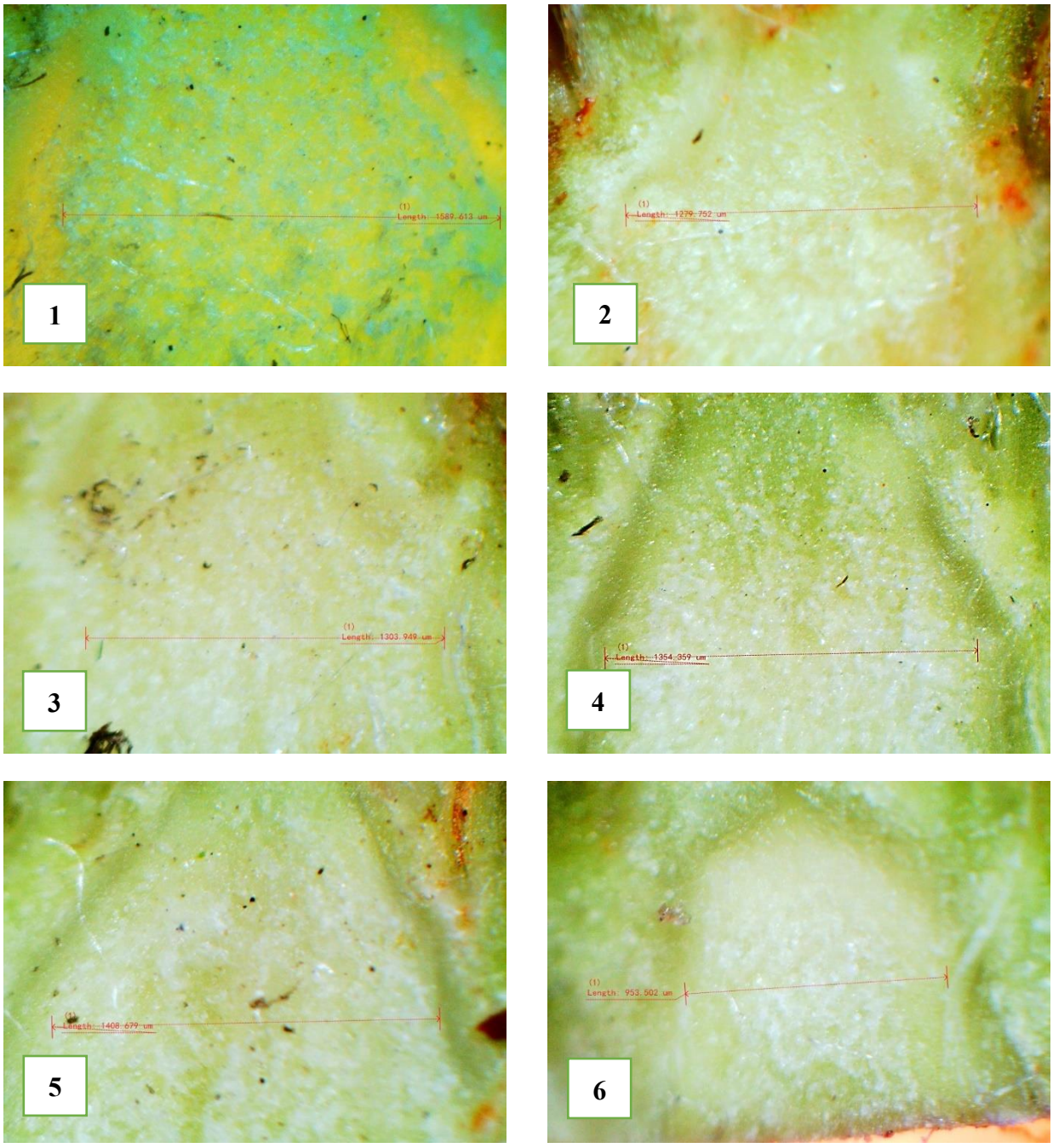


Рис. 3.3. Поперечний переріз генеративної бруньки яблуні імунних сортів залежно від форми крони: 1 – Флоріна («французька вісь»); 2 – Флоріна («струнке веретено»); 3 – Моді («французька вісь»); 4 – Моді («струнке веретено»); 5 – Ред Топаз («французька вісь»); 4 - Ред Топаз («струнке веретено»).

Ширина зародку квітки як ключовий показник потенційної продуктивності генеративної бруньки також суттєво змінювалася залежно від форми крони дерев. У помологічного сорту Флоріна значення досліджуваного показника дерев з формою «струнке веретено» на 12,0 % перевищувало значення показника дерев з кроною «французька вісь». Дослідження квіткових бруньок сорту Моді показало, що формування крони за типом «французька вісь» забезпечило більшу на 4,3 % ширину зародку. Аналогічна закономірність спостерігалася і у сорту Ред Топаз: за формування крони «французька вісь» ширина зародку квітки збільшилася на 11,6 %. Отримані результати, ймовірно, пояснюються вираженою реакцією сорту на параметри анатомічних елементів генеративної бруньки яблуні.

В розрізі сортів слід зазначити, що помологічний сорт Флоріна в цілому характеризувався найбільшими анатомічними параметрами генеративних бруньок, що свідчить про високий потенціал до утворення квіток та адаптивність до інтенсивних формувань. Сорт Моді проявляв більш стабільні значення параметрів анатомічної будови генеративних утворень, тоді як сорт Ред Топаз, навпаки, мав значну варіабельність показників залежно від форми крони.

Таким чином, форма крони є важливим фактором анатомічної диференціації генеративних бруньок яблуні, однак ступінь її впливу значною мірою визначається особливостями сортів. Формування крони дерев за типом «французька вісь» переважно сприяє розвитку більш потужних генеративних утворень, що створює передумови для підвищення потенційної врожайності.

3.2. Архітектоніка дерева залежно від форми крони

Оцінювання архітектоніки дерев імунних сортів яблуні у трьох вертикальних зонах крони (верх – 2,0-3,0 м; середина – 1,5-2,0 м; основа – 1,0-1,5 м) показали відмінності розміщення ростових та плодових утворень залежно від форми крони (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Архітектоніка дерев імунних сортів яблуні залежно від форми крони (2024 рік)

Сорт	Форма крони	Тип пагонів	Зона крони, кількість, шт.			
			Верхня (2,0-3,0 м)	Середня (1,5-2,0 м)	Нижня (1,0-1,5 м)	Сума на 1 дерево
Флоріна	Французька вісь	Однорічні ростові пагони	8	4	18	30
		Плодові	10	20	21	51
	Струнке веретено	Однорічні ростові пагони	8	5	20	33
		Плодові	11	31	47	89
$НІР_{05}$ ростові						7
$НІР_{05}$ плодові						20
Моді	Французька вісь	Однорічні ростові пагони	10	9	10	29
		Плодові	17	31	36	84
	Струнке веретено	Однорічні ростові пагони	23	10	7	40
		Плодові	21	24	42	87
$НІР_{05}$ ростові						1
$НІР_{05}$ плодові						27
Ред Топаз	Французька вісь	Однорічні ростові пагони	4	7	12	23
		Плодові	40	25	11	76
	Струнке веретено	Однорічні ростові пагони	4	8	24	36
		Плодові	11	41	51	103
$НІР_{05}$ ростові						2
$НІР_{05}$ плодові						2

У шестирічних дерев сорту Флоріна у 2024 році з формою крони «французька вісь» загальна сума пагонів складала 81 шт., з яких 37,0 %

ростових та 63,0 % плодових, тоді як за форми крони «струнке веретено» частка плодових утворень була вищою на 10,0 %.Найбільша кількість плодових утворень за обох типів крони була зосереджена в середній частині крони та в нижній частині, що сприятливо вплине на збирання майбутнього врожаю. Слід відмітити відсутність достовірної різниці у кількості ростових пагонів залежно від форми крони.

У шестирічних дерев сорту Моді з формою крони «французька вісь» загальна кількість пагонів склала 113 шт., з яких 25,7 % – ростові та 74,3 % – плодові. У варіанті з формою крони «струнке веретено» кількість пагонів на 14 шт. перевищувала інший варіант зі збільшенням частки ростових пагонів до 31,5 % та за відсутності достовірної різниці за кількістю плодових утворень залежно від форми крони. Дослідження показали переважну локалізацією плодових утворень у середній та нижній її частинах (до 48 % в нижній частині) за обох типів формування крони.

Дев'ятирічні дерева сорту Ред Топаз вирізнялися високою пагоноутворювальною здатністю з максимальною кількістю пагонів в насадженнях з формою крони «струнке веретено», що 1,4 рази перевищувало значення показника дерев з формою крони «французька вісь». Плодові пагони домінували за обох типів крони: 76,8 % («французька вісь») та 74,1 % («струнке веретено»). Структурний аналіз показав чітку локалізацію плодових утворень у нижній зоні крони (до 67 %), що є характерною ознакою реакції сорту на ущільнення просторової структури.

Кількість плодових утворень дерев сорту Флоріна з формою крони «струнке веретено» на 9,2 % перевищували значення показника дерев з формою «французька вісь» з локалізацією переважно в середній та нижній частинах крони за обох типів формування.

Аналогічні закономірності отримані при дослідженні архітектоніки дерев і у 2025 році (табл. 3.5). У дерев сорту Моді за форми крони «французька вісь» загальна кількість пагонів на 12 шт. поступалася значенню

показника дерев з формою крони «струнке веретено» з яких кількість плодових пагонів була на 16,3 % нижчою.

Таблиця 3.5

Архітектоніка дерев імунних сортів яблуні залежно від форми крони (2025 рік)

Сорт	Форма крони	Тип пагонів	Зона крони, кількість, шт.			
			Верхня (2,0-3,0 м)	Середня (1,5-2,0 м)	Нижня (1,0-1,5 м)	Сума на 1 дерево
Флоріна	Французька вісь	Однорічні ростові пагони	22	18	34	74
		Плодові	14	25	41	80
	Струнке веретено (к)	Однорічні ростові пагони	19	29	24	72
		Плодові	16	52	45	113
$НІР_{05}$ ростові						2
$НІР_{05}$ плодові						5
Моді	Французька вісь	Однорічні ростові пагони	12	15	22	49
		Плодові	17	60	50	127
	Струнке веретено (к)	Однорічні ростові пагони	21	30	32	83
		Плодові	17	33	55	105
$НІР_{05}$ ростові						2
$НІР_{05}$ плодові						12
Ред Топаз	Французька вісь	Однорічні ростові пагони	9	20	31	60
		Плодові	38	82	70	190
	Струнке веретено (к)	Однорічні ростові пагони	19	22	32	73
		Плодові	30	53	60	143
$НІР_{05}$ ростові						4
$НІР_{05}$ плодові						15

Плодові утворення у дерев цього сорту переважали середній та нижній частинах крони за обох типів формування. Слід відмітити значне зростання кількості ростових пагонів у дерев цього сорту з формою крони «струнке веретено», що свідчить про реакцію сорту на інтенсивнішу форму крони як посилення ростових процесів.

Дерева сорту Ред Топаз з формою крони «французька вісь» характеризувалися високою кількістю пагонів, з яких 76 % це плодові утворення. Їхня кількість на 9,7 % перевищували значення показника дерев з формою крони «струнке веретено», що свідчить про більш сприятливі умови для реалізації потенціалу плодоношення. Плодові утворення переважали в середній та нижній частинах крони.

Таким чином, форма крони істотно впливала на архітектоніку дерев імунних сортів яблуні, проте з вираженими характерними особливостями сортів. Формування типу крони «струнке веретено» сприяло збільшенню загальної кількості пагонів у всіх досліджуваних сортів, в тому числі плодових утворень. Нижня крони характеризувалася більшою кількістю плодових утворень за обох типів її формування.

3.3. Морфогенез плодових утворень залежно від форми крони

В дослідженнях різних систем формування крони імунних сортів яблуні важливим показником є морфогенетичні зміни в конусах наростання змішаних бруньок. Динаміку змін у диференціації конусів наростання з утворенням зародків суцвіть і елементів квітки можна прослідкувати по зміні активності білків цитоплазми в клітинах конусу, що називають ізоелектричною міткою білків (ІЕМ). Зниження показника ІЕМ вказує на активні процеси органогенезу в бруньках.

Аналіз отриманих результатів у 2023 році показує (рис.3.4), що у всіх варіантах досліду спостерігався відносно високий рівень ІЕМ у липні, зниження у серпні, певне підвищення у вересні, стабілізація або повторне

підвищення у жовтні. Це вказує на хвилеподібний характер морфогенетичних процесів.

Формування крони дерев за типом «французька вісь» переважно демонструвало нижчі значення ІЕМ у серпні (на 0,1–0,2 од.), що свідчить про інтенсивніший перебіг органогенезу та ймовірне стимулювання генеративних процесів, тоді як за формування крони «струнке веретено» у цей період виявлено дещо вищі показники ІЕМ.

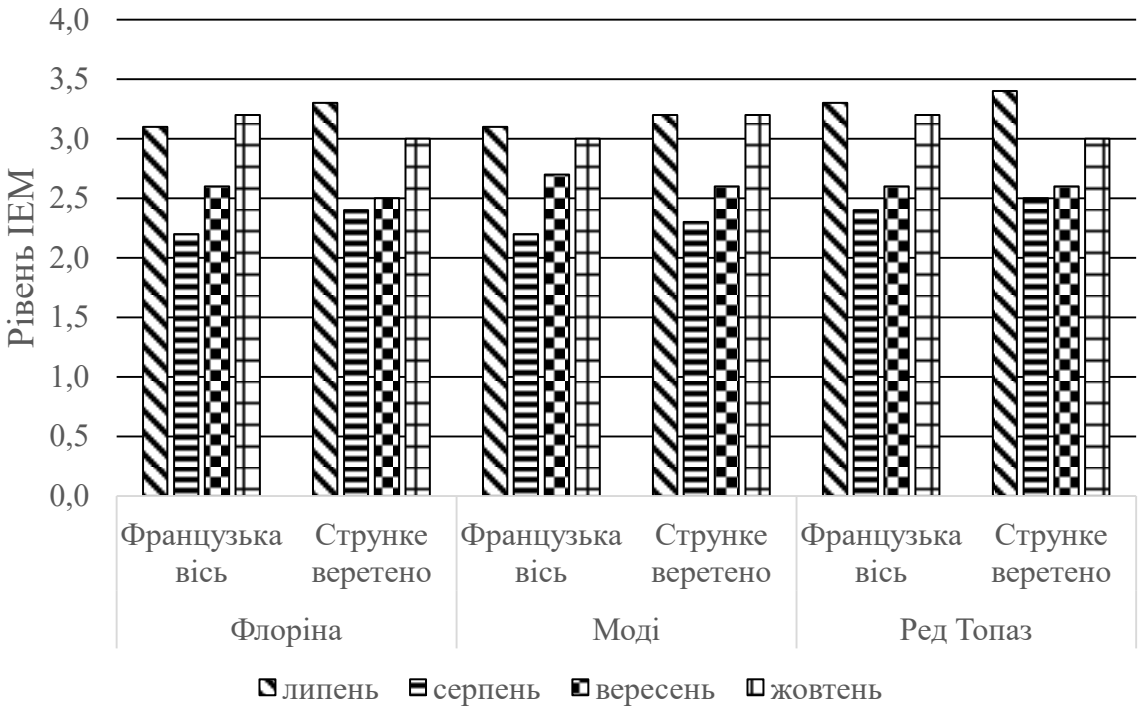


Рис. 3.4. Зміни ізоелектричної мітки конусів наростання бруньок імунних сортів яблуні залежно від форми крони (2023 р.)

Бруньки дерев сорту Флоріни вирізнялися найбільшими коливаннями ІЕМ в досліджуваний період, тоді як у сорту Моді спостерігалися більш стабільні значення, за проміжного положення сорту Ред Топаз, що вказує на виражені сортові особливості.

У сезоні 2024 року спостерігалися подібні закономірності досягнення максимальні значення показника у липні та жовтні, тоді як мінімальних – у

серпні, що свідчить про активність органотворчих процесів у цей період, за відсутності суттєвої різниці у значеннях показника ІЕМ залежно від типу крони, що, можливо, зумовлено погодними особливостями року (рис.3.5). Слід відмітити, що впродовж вегетації 2024 року значення показника ІЕМ зазнало більш значних коливань, що свідчить про виразніші зміни фізіолого-біохімічного стану конусів наростання.

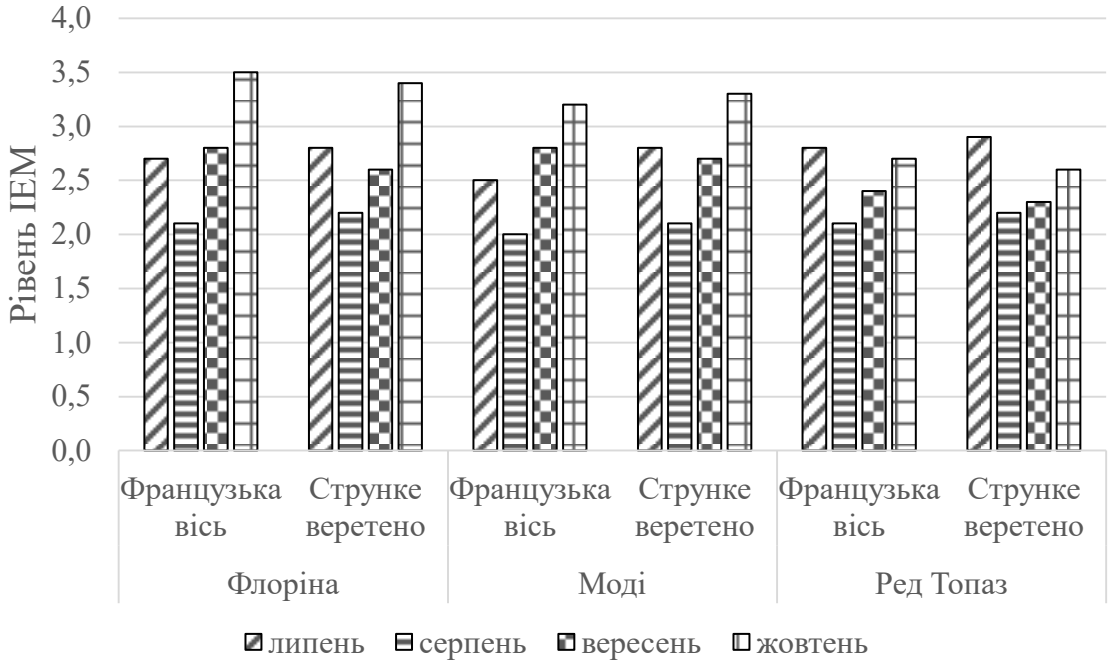


Рис. 3.5. Зміни ізоелектричної мітки конусів наростання бруньок імунних сортів яблуні залежно від форми крони (2024 р.)

Зміни у конусах наростання впродовж літньо-осіннього періоду 2025 року (рис.3.6) узгоджувалися з попередньою тенденцією. Значення показника ІЕМ бруньок дерев сорту Флоріна дещо зросли в середині вегетаційного сезону (особливо у вересні), з деяким перевищенням у дерев з типом крони «струнке веретено».

Більш стабільними впродовж досліджуваного періоду були показники дерев сорту Моді за обох типів формування крони. При цьому за формування

крони «струнке веретено» зміни в конусах наростання бруньок відбувалися більш повільно.

Значення показника ІЕМ бруньок дерев сорту Ред Топаз були найбільш варіативні, оскільки були встановлені сильні коливання між місяцями, що може бути пов'язане з особливостями випрошування цього сорту на слаборослій карликовій підщепі. На противагу іншим сортам, за формування типу крони «струнке веретено» цей сорт показав кращі результати, ніж за системи «французька вісь».

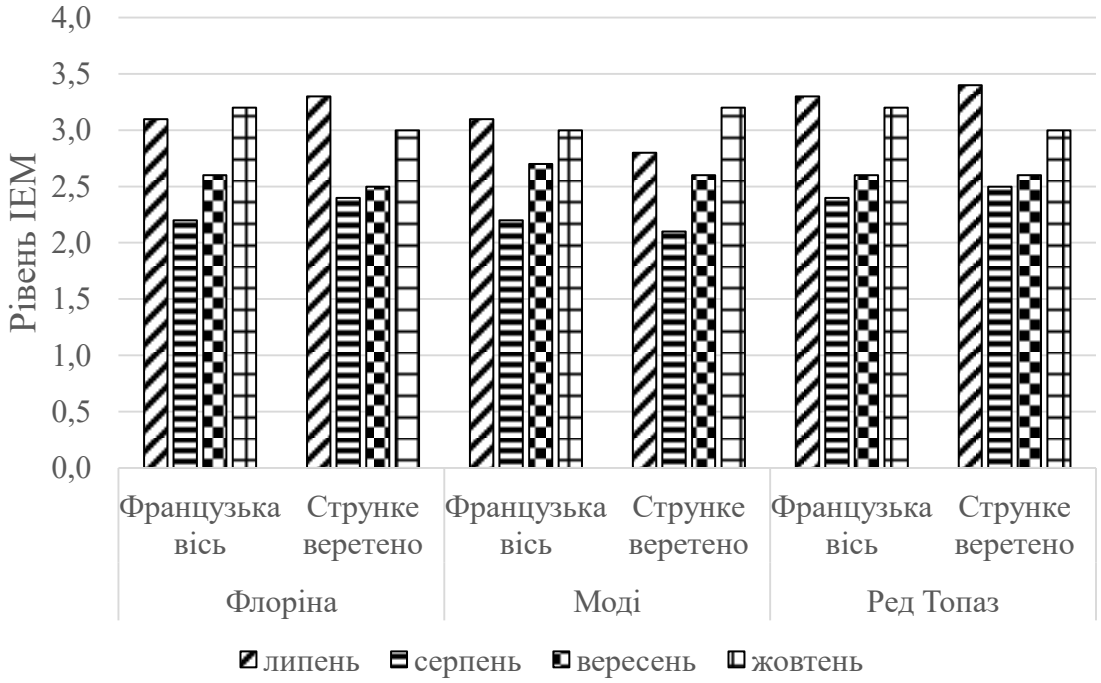


Рис. 3.6. Зміни ізоелектричної мітки конусів наростання бруньок імунних сортів яблуні залежно від форми крони (2025 р.)

Таким чином, на інтенсивність органогенезу змішаних бруньок імунних сортів яблуні здійснюють вплив як формування крони дерев, так і особливостей сорту та погодних умов. Формування крони дерев за типом «французька вісь» переважно демонструвало нижчі значення ІЕМ у серпні, що свідчить про інтенсивніший перебіг органогенезу.

3.4. Зимостійкість і морозостійкість насаджень імунних сортів яблуні залежно від форми крони

Важливою умовою отримання стабільних врожаїв яблуні є умови перезимівлі, що мають значну мінливість в умовах Правобережного Лісостепу України. Впродовж ведення досліджень (2023-2025 рр.) за рахунок м'яких умов зимового періоду пошкоджень низькими температурами дерев досліджуваних сортів не виявлено.

Внаслідок весняних заморозків, зафіксованих у квітні та травні 2024-2025 рр. спостерігалися пошкодження квіток яблуні, причому ступінь пошкодження квіток усіх досліджуваних сортів був вищим у 2025 році (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Ступінь пошкодження весняними заморозками квіток яблуні імунних сортів залежно від типу крони, %

Сорт	Форма крони	Частини квітки			
		маточки		віночок і інші частини	
		роки			
		2024	2025	2024	2025
Флоріна	Французька вісь	12,4	52,1	9,2	32,4
	Струнке веретено (к)	10,3	48,4	7,5	28,6
$НІР_{05}$		0,9	12,0	3,0	11,2
Моді	Французька вісь	14,5	55,4	9,7	34,6
	Струнке веретено (к)	11,6	48,7	8,4	27,4
$НІР_{05}$		3,9	10,8	1,7	3,4
Ред Топаз	Французька вісь	11,2	35,4	8,3	12,7
	Струнке веретено (к)	6,4	26,7	5,7	9,6
$НІР_{05}$		2,2	12,0	0,9	1,3

Частини квіток дерев сорту Флоріна з типом крони «французька вісь» мали на 1,7-2,1 для маточок і на 3,7-3,8 % для віночків та інших частин квіток пошкоджень від заморозків більше, ніж дерева цього ж сорту з типом крони «струнке веретено». Максимальних пошкоджень від заморозків зазнали маточки квіток цього сорту у 2025 році – 52,1 %.

Подібна закономірність спостерігалася у дерев сорту Моді, де ступінь пошкодження весняними заморозками маточок квіток дерев з формою крони «французька вісь» на 1,3-2,9, а інших частин квітки на 6,7-7,2 % (2024 р.) перевищував значення показника дерев сформованих за типом крони «струнке веретено».

Аналогічні дані отримані і при дослідженнях пошкодження весняними заморозками квіток дерев сорту Ред Топаз, де дерева сформовані за типом «струнке веретено» мали на 2,6-4,8 для маточок та на 3,1-8,7 % для інших частин квітки нижчий ступінь пошкоджень.

Отже, впродовж ведення досліджень пошкоджень дерев низькими температурами в зимовий період не виявлено. Більш стійкими до весняних заморозків були квітки дерев усіх досліджуваних сортів яблуні сформованих за типом «струнке веретено», де ступінь пошкодження був нижчим на 1,3-4,8 % для маточок та на 3,8-8,7 % для інших частин квітки.

Висновки до розділу 3

1. Система формування крони «французька вісь» позитивно впливає на розвиток провідних тканин однорічних пагонів та сприяє покращенню морфометричних параметрів листків. У дерев сорту Флоріна формування за типом «французька вісь» сприяє формуванню найбільш розвинених провідних тканин та потовщених листків. У сорту Моді – вплив проявляється переважно у збільшенні товщини листкової пластинки. Помологічний сорт Ред Топаз має найслабше розвинені анатомічні структури.

2. Форма крони є важливим фактором анатомічної диференціації

генеративних бруньок яблуні, однак ступінь її впливу значною мірою визначається особливостями сортів. Формування крони дерев за типом «французька вісь» переважно сприяє розвитку більш потужних генеративних утворень.

3. Форма крони істотно впливає на архітектоніку дерев імунних сортів яблуні, проте з вираженими характерними особливостями сортів. Формування типу крони «струнке веретено» сприяє збільшенню загальної кількості пагонів у всіх досліджуваних сортів, в тому числі плодових утворень. Нижня частина крони характеризується більшою кількістю плодових утворень за обох типів її формування.

4. Інтенсивність органогенезу змішаних бруньок імунних сортів яблуні залежить як від формування крони дерев, так і від особливостей сорту та погодних умов року. Формування крони дерев за типом «французька вісь» переважно демонструє нижчі значення ІЕМ у серпні, що свідчить про інтенсивніший перебіг органогенезу.

5. Впродовж ведення досліджень пошкоджень дерев низькими температурами в зимовий період не виявлено. Більш стійкими до весняних заморозків є квітки дерев усіх досліджуваних сортів яблуні сформованих за типом крони «струнке веретено», де ступінь пошкодження був нижчим на 1,3-4,8 % для маточок та на 3,8-8,7 % для інших частин квітки.

Результати досліджень, висвітлені в розділі опубліковані в праці 196.

РОЗДІЛ 4. ФІТОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМИ КРОНИ

4.1. Освітленість дерев яблуні залежно від форми крони

Активність ростових процесів та формування продуктивності яблуні визначається значною мірою режимом освітлення, що, зумовлений типом крони. Виявлено різний вплив типу крони на освітленість дерев яблуні в різних її частинах (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Освітленість дерев яблуні залежно від форми крони, тис. люкс (середнє за 2024-2025 рр.)

Сорт	Висота, м	Форма крони	
		французька вісь	струнке веретено (к)
Флоріна	1,0	21,5	20,1
	1,5	33,0	29,2
	2,0	105,1	93,2
$НІР_{05}$		21,6	5,9
Моді	1,0	20,2	18,7
	1,5	36,0	26,7
	2,0	112,4	106,3
$НІР_{05}$		2,5	14,3
Ред Топаз	1,0	58,2	42,7
	1,5	93,4	67,1
	2,0	166,4	122,0
$НІР_{05}$		7,6	9,2

Пересічно по досліду максимальна освітленість дерев досліджуваних сортів зафіксована на висоті 2 м, а мінімальна – на висоті 1 м незалежно від типу крони.

У дерев сорту Флоріна сформованими за типом крони «французька

вісь» за усередненими даними за 2024-2025 рр. в різних частинах крони освітленість була вища з різницею 6,5-11,5 % за максимальної на висоті 2 м. Проте, результати дисперсійного аналізу свідчать (рис. 4.1) про достовірний вплив форми крони на освітленість дерев цього сорту на висоті 1,5 м, за відсутності такої різниці на висоті 1 та 2 м.

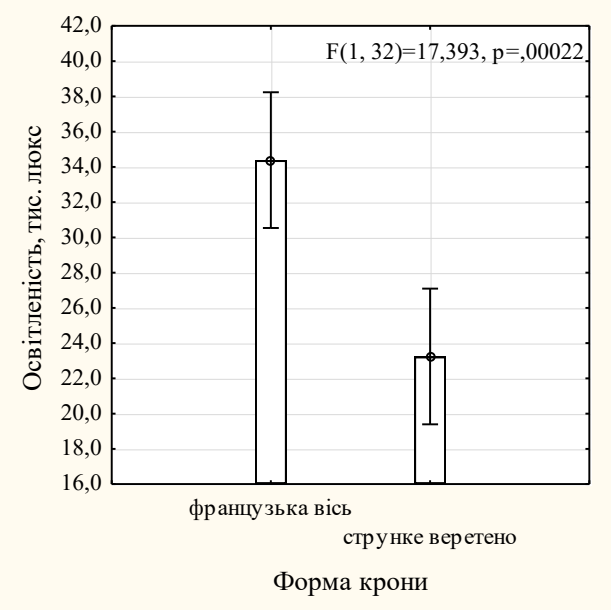


Рис. 4.1. Освітленість дерев яблуні сорту Флоріна залежно від форми крони на висоті 1,5 м (результати дисперсійного аналізу)

Освітленість дерев сорту Моді, сформованих за типом крони «французька вісь», в різних частинах крони, згідно усереднених даних, була вищою на 5,4-25,8 % з максимальною різницею на висоті 1,5 м. Згідно з результатами дисперсійного аналізу найбільший вплив на зміну освітленості дерев сорту Моді форма крони здійснювала на висоті 1 та 1,5 м, однак на висоті 2 м достовірного впливу цього фактору не виявлено (рис.4.2).

Аналогічна тенденція виявлена і при дослідженості освітленості дерев сорту Ред Топаз, де значення досліджуваного показника у дерев сформованих за типом крони «струнке веретено» на 26,5-28,1 % поступалося даним, отриманих у дерев з формою крони «французька вісь».

Результати дисперсійного аналізу отриманих даних свідчать про істотний вплив форми крони у дерев цього сорту Ред Топаз на усіх

досліджуваних рівнях крони (рис. 4.3).

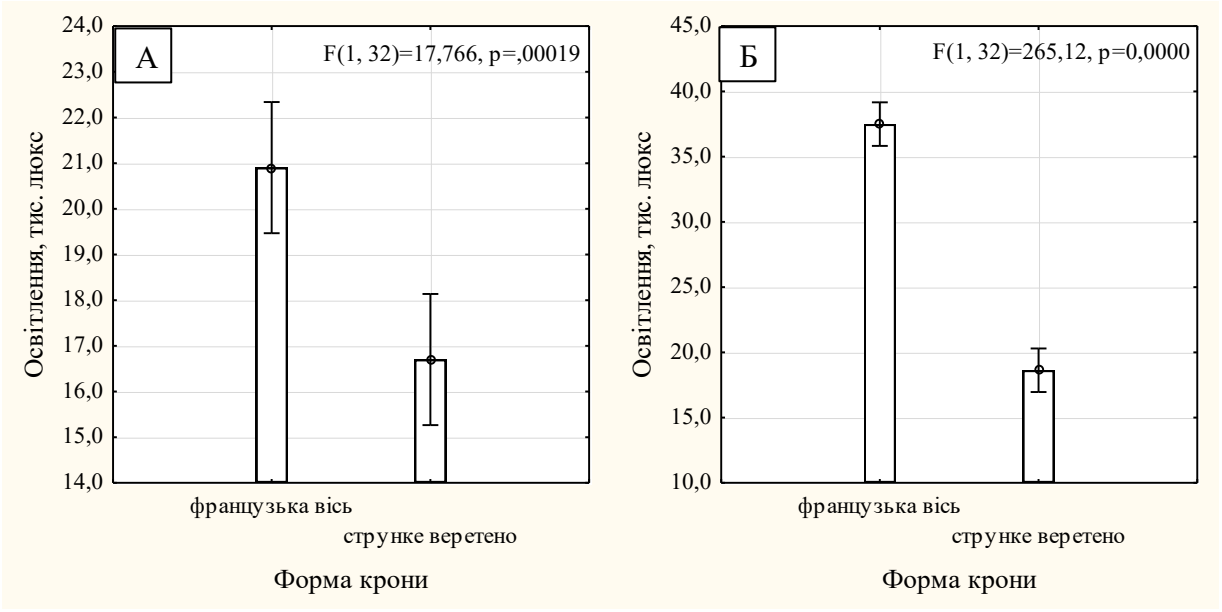
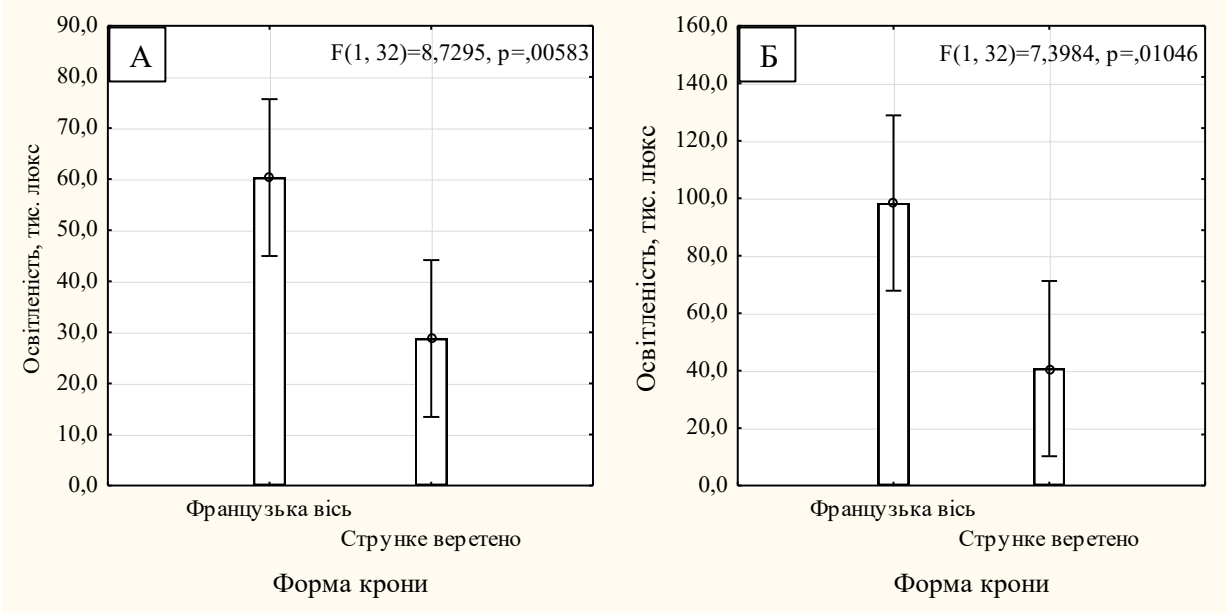


Рис. 4.2. Освітленість дерев яблуні сорту Моді залежно від форми крони: А – 1 м, Б – 1,5 м (результати дисперсійного аналізу)



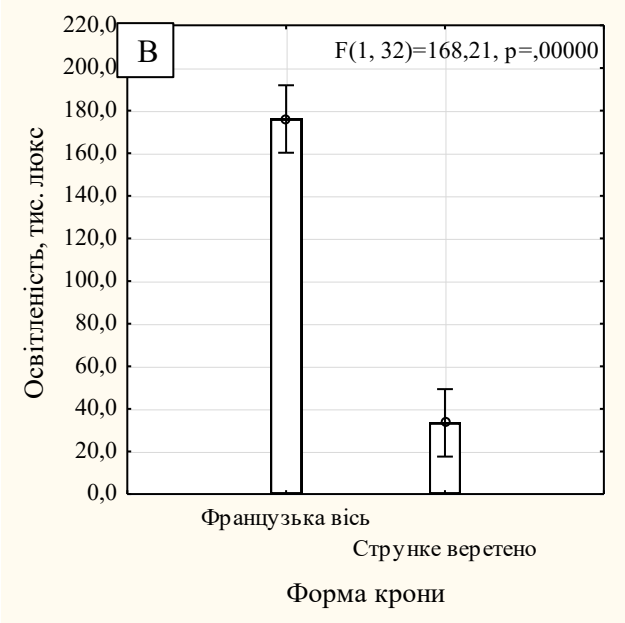


Рис. 4.3. Освітленість дерев яблуні сорту Ред Топаз залежно від форми крони: А – 1 м, Б – 1,5 м, В – 2 м (результати дисперсійного аналізу)

Таким чином, освітленість дерев яблуні з формою крони «французька вісь» в різних за висотою частинах крони на 6,5-11,5 % вища у дерев сорту Флоріна, на 5,4-25,8 % – Моді та 26,5-28,1 % – Ред Топаз. Достовірний вплив на освітленість форма крони здійснює у дерев сорту Флоріна на висоті 1,5 м, у Моді –1 та 1,5 м та у дерев сорту Ред Топаз на усіх рівнях крони.

4.2. Ростові процеси насаджень імунних сортів залежно від форми крони

Висота дерева – це важливий морфометричний індикатор росту та розвитку, що відображає інтенсивність вегетативного росту, реакцію сорту на ґрунтово-кліматичні умови, живлення та агротехнічні прийоми вирощування. В ході експериментальних досліджень виявлено деякий вплив форми крони на висоту дерев яблуні в рамках окремих сортів (табл. 4.2).

У всіх досліджуваних сортів впродовж ведення досліджень спостерігалася тенденція до збільшення висоти дерев за найменших значень показника у 2023 році у дерев сорту Ред Топаз сформованих за типом крони

«французька вісь» – 240 см, та максимальних значень у 2025 році – у дерев сорту Флоріна, сформованих за типом крони «струнке веретено».

Таблиця 4.2

Висота дерева імунних сортів яблуні залежно від форми крони, см

Сорт	Форма крони	Роки			Середнє
		2023	2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	280	302	329	303,7
	Струнке веретено (к)	270	304	341	305,0
$НІР_{05}$		4,7	9,9	4,2	8,8
Моді	Французька вісь	280	300	296,7	296,7
	Струнке веретено (к)	260	306	295,7	295,7
$НІР_{05}$		7,8	5,2	1,3	8,1
Ред Топаз	Французька вісь	240	253	248,7	248,7
	Струнке веретено (к)	280	306	298,7	298,7
$НІР_{05}$		9,0	3,4	2,3	7,8

За усередненими даними найменша висота дерева спостерігалася у сорту Ред Топаз сформованих за системою «французька вісь» – 248,7 см, тоді як максимальні значення (на 56,3 мм вище) були виявлені у дерев сорту Флоріна з типом крони «струнке веретено».

Результати дисперсійного аналізу свідчать (рис. 4.4), що форма крони достовірно вплинула на висоту дерев лише у сорту Ред Топаз, натомість у решти досліджуваних сортів яблуні такого впливу не виявлено.

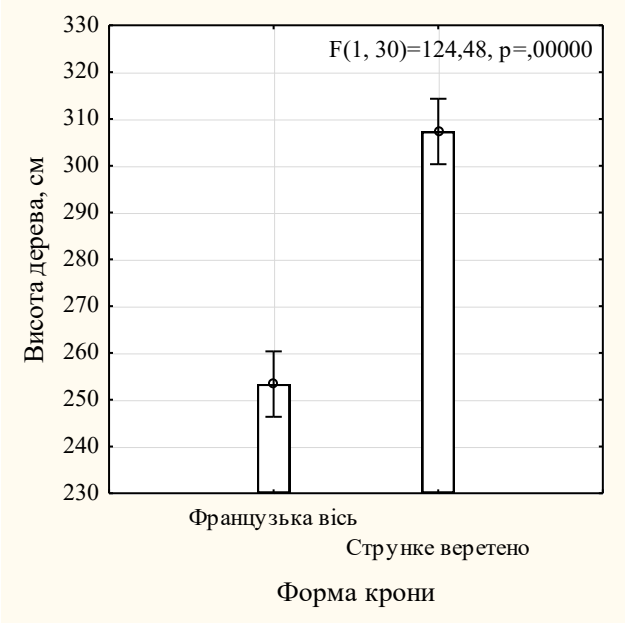


Рис. 4.4. Висота дерева сорту Ред Топаз залежно від форми крони (результати дисперсійного аналізу)

Отже, достовірний вплив типу формування крони на висоту дерев виявлено лише у сорту Ред Топаз за максимальних значень досліджуваного показника у дерев сорту Флоріна з типом крони «струнке веретено».

Діаметр штамбу. Індикатором росту і розвитку дерев є і діаметр штамбу, суттєві відмінності значень якого зафіксовано впродовж періоду ведення досліджень (табл. 4.3). У 2023 році найбільшим діаметром штамбу характеризувалися дерева сорту Ред Топаз, що сформовані та типом крони «струнке веретено» – 45,1, тоді як мінімальні значення цього показника виявлені у дерев сорту Моді з типом крони «французька вісь» – 34,1 мм.

Впродовж досліджень спостерігалося поступове збільшення діаметру штамбу дерев до 47,13-69,13 мм залежно від сорту і типу крони. Максимальні значення діаметру виявлені у дерев сорту Ред Топаз, що сформовані за типом «струнке веретено», тоді як мінімальні – у дерев сорту Флоріна за типом «французька вісь», що майже в 1,5 раза нижче максимуму.

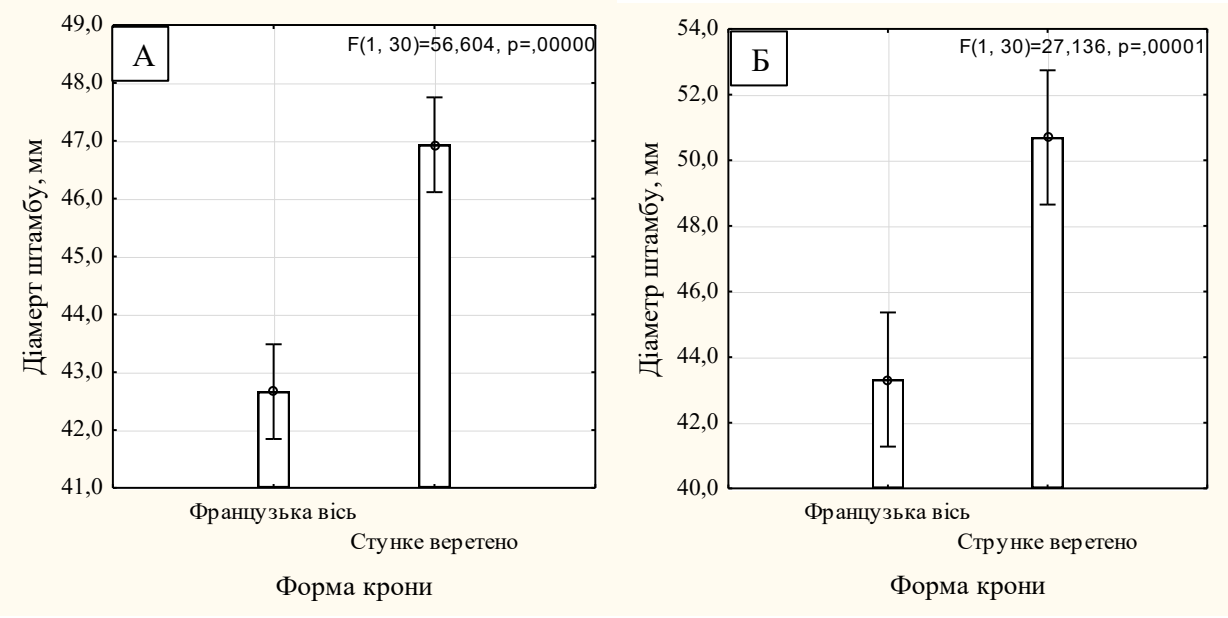
За усередненими даними максимальний діаметр штамбу виявлено у дерев сорту Ред Топаз не залежно від типу крони, тоді як мінімальні значення зафіксовані у сорту Флоріна.

Таблиця 4.3

Діаметр штамбу дерев імунних сортів яблуні
залежно від форми крони, мм

Сорт	Форма крони	Роки			Середнє
		2023	2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	35,30	45,93	47,13	42,8
	Струнке веретено (к)	38,60	50,40	52,56	47,2
$НІР_{05}$		1,0	1,8	1,8	2,3
Моді	Французька вісь	34,10	46,47	43,3	43,3
	Струнке веретено (к)	37,30	57,14	50,9	50,9
$НІР_{05}$		1,6	1,3	1,8	2,3
Ред Топаз	Французька вісь	40,20	52,82	49,0	49,0
	Струнке веретено (к)	45,10	67,57	60,6	60,6
$НІР_{05}$		1,3	1,0	1,3	3,1

Дисперсійний аналіз (рис. 4.5) показав істотні відмінності значень показника діаметру штамбу залежно від типу формування крони. Достовірно встановлено, що у всіх досліджуваних сортів яблуні формування крони за типом «струнке веретено» сприяло значно більшому нарощуванню діаметру штамбу: за усередненими даними різниця складала від 2 до 7,2 мм.



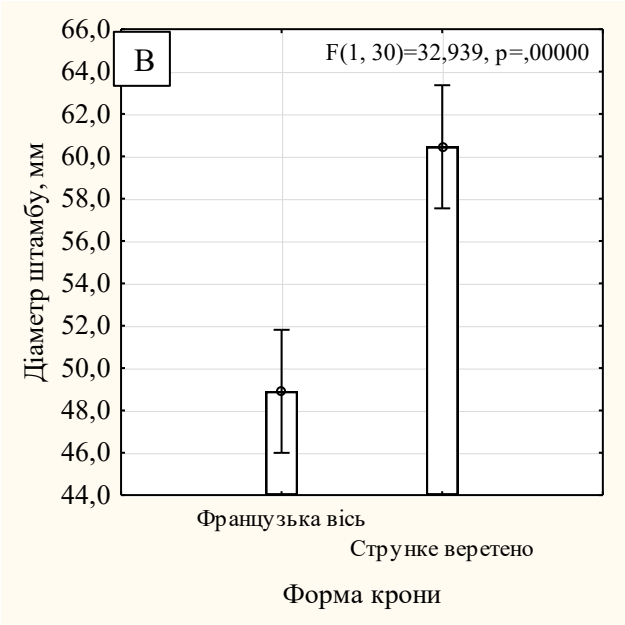


Рис. 4.5. Діаметр штамбу імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз
(результати дисперсійного аналізу)

Отже, у всіх досліджуваних сортів яблуні формування крони за типом «струнке веретено» сприяло значно більшому нарощуванню діаметру штамбу з різницею 2-7,2 мм, залежно від сорту.

Динаміка росту пагонів. Відомо, активність росту пагонів залежить від зовнішніх чинників, біологічних особливостей порід, сортів і підщеп, віку і фізіологічного стану насаджень з тривалістю росту 45 – 90 днів. Результати

досліджень темпів росту пагонів свідчать про суттєві відмінності залежно від форми крони (рис. 4.6-4.8). У період з кінця червня до середини липня спостерігалося поступове наростання довжини пагонів у всіх варіантах досліду зі збереженням різниці між формами крони.

У дерев сорту Флоріна (рис. 4.6) за усередненими даними отриманими впродовж 2024-2025 рр. сформованими за типом крони «французька вісь» приріст склав 53,5 см, тоді як за форми «струнке веретено» приріст зафіксовано на 5,5 см нижчий, що свідчить про сприятливі умови для активного росту пагонів за рахунок меншої щільності крони та кращого світлового режиму.

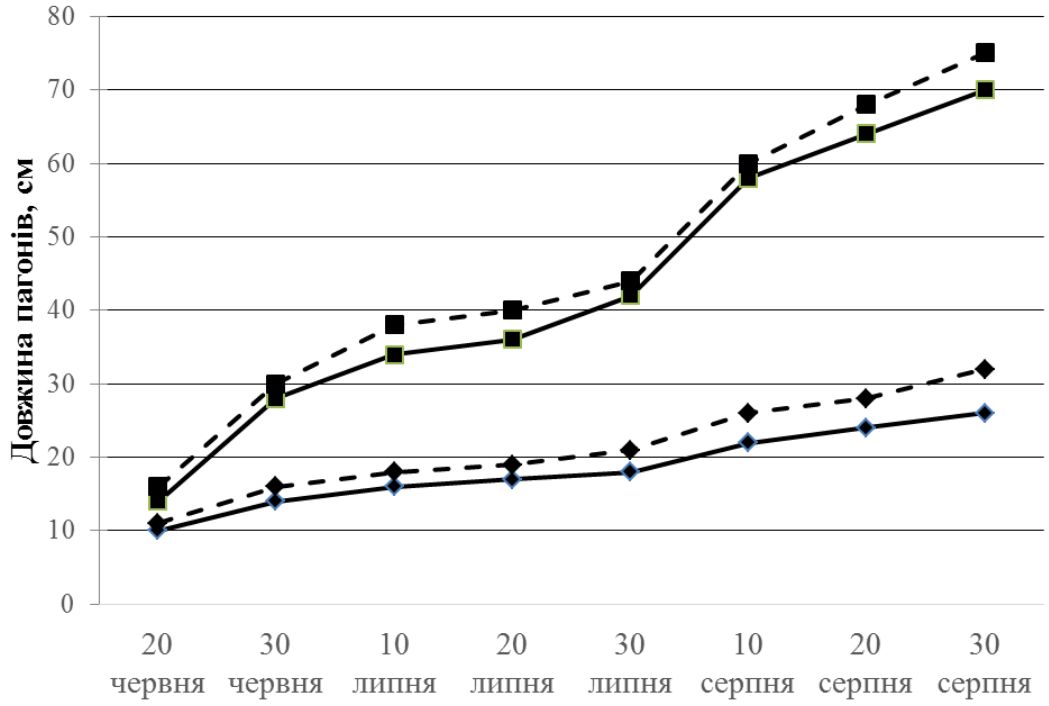


Рис. 4.6. Довжина пагонів яблуні сорту Флоріна залежно від форми крони

У дерев сорту Моді спостерігалася аналогічна тенденція до збільшення приростів у дерев сформованих за типом крони «французька вісь» за усередненими даними на 3,5 см, а в окремі періоди спостережень різниця сягала 7,5 см. Максимальні прирости зафіксовано в кінці фази активного росту

пагонів у дерев, що сформовані за типом французька вість – 58 см, що на 3,5 см перевищує значення досліджуваного показника дерев сформованих за типом «струнке веретено».

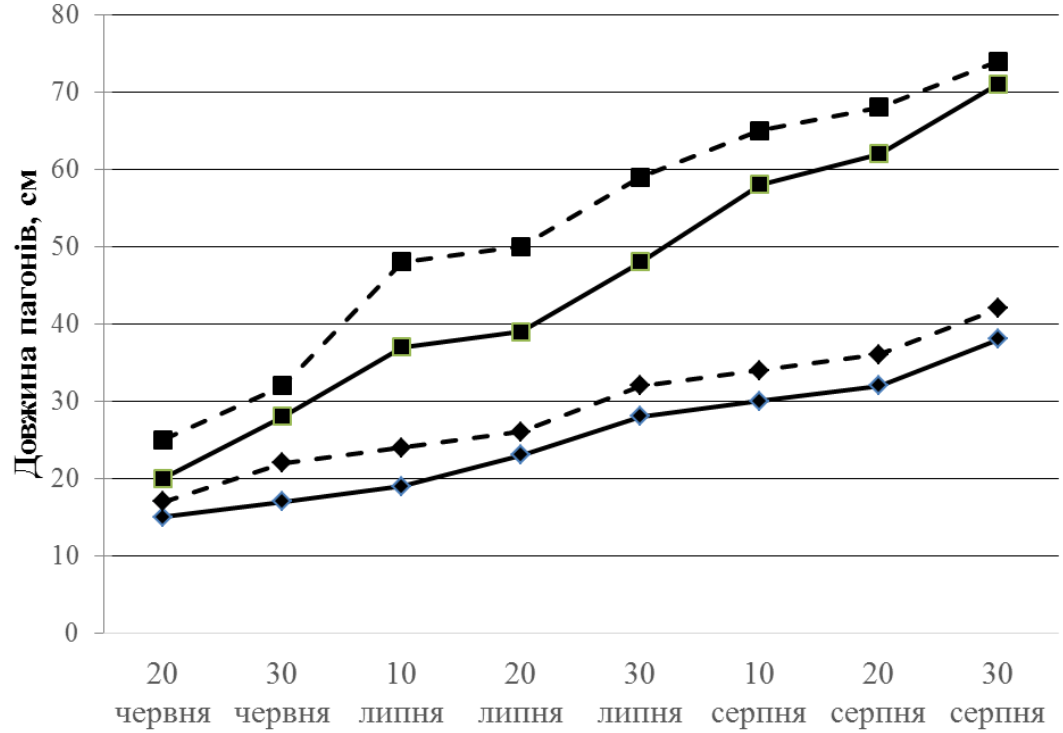


Рис. 4.7. Довжина пагонів яблуні сорту Моді залежно від форми крони

Результати отримані внаслідок спостережень за динамікою приростів у дерев сорту Ред Топаз узгоджуються з отриманими раніше щодо перевищення довжини приростів у дерев сформованих за типом крони французька вість: для дерев цього сорту різниця склала за усередненими даними 2,5-11,5 см, залежно від періоду досліджень. Слід відмітити, що у серпні перевага крони «французька вісь» була найбільш вираженою.

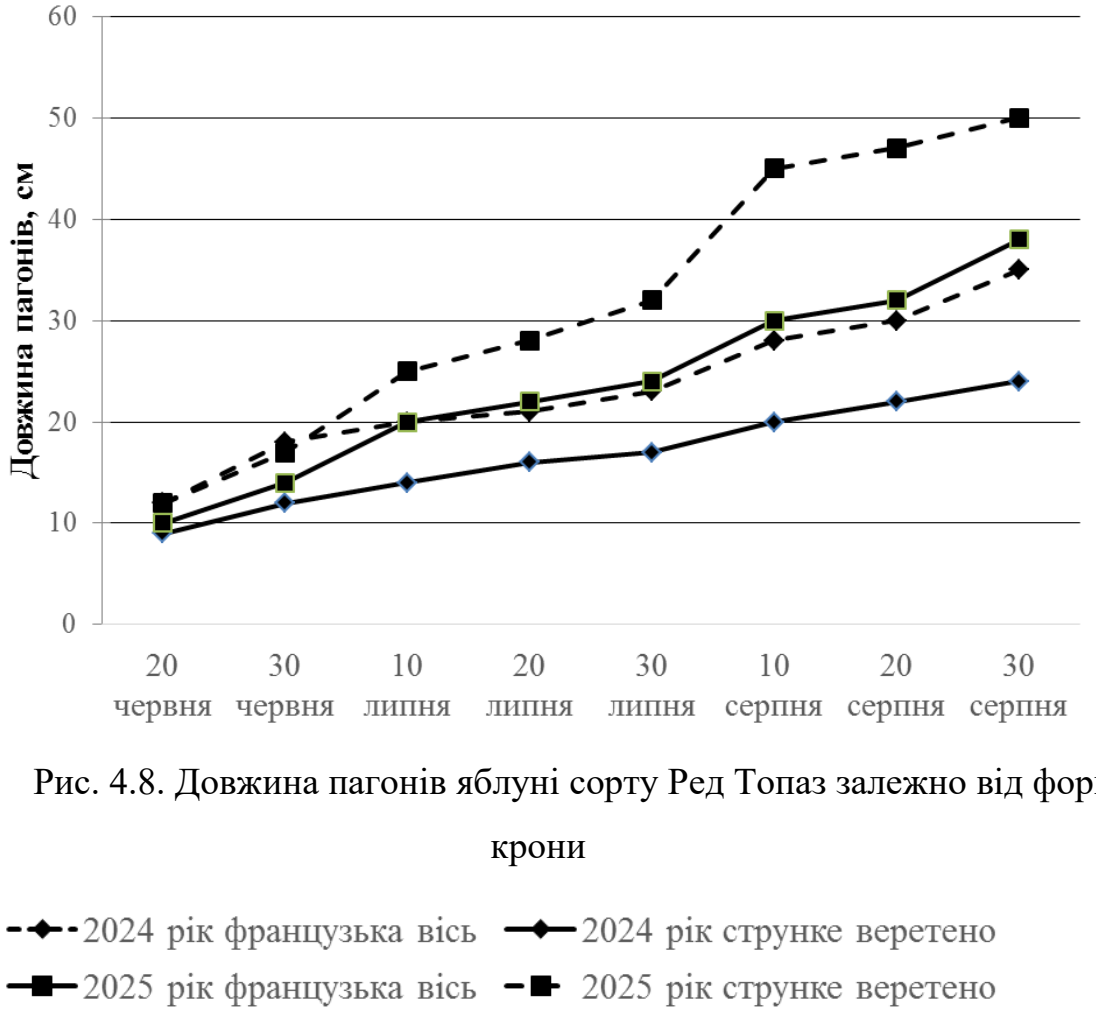


Рис. 4.8. Довжина пагонів яблуні сорту Ред Топаз залежно від форми крони

Таким чином, формування дерев за типом «французька вісь» сприяє активнішому росту пагонів, порівняно з типом крони «струнке веретено», що зумовлено меншою щільністю крони та кращим світловим режимом.

Середня довжина пагона мала істотні відмінності в окремі роки залежно від типу формування крони (табл. 4.4). Максимальна середня довжина пагона зафіксована у 2023 році у дерев сорту Флоріна, що сформовані за типом «французька вісь» – 41 см, натомість, аналогічний показник у дерев сорту Ред Топаз сформованих за тим же типом був мінімальним – на 7 см менший. Дослідження значення показника у 2024 році показали, що максимальна середня довжина пагона була у дерев сорту Моді за обох досліджуваних типів формування крони. Аналогічна тенденція спостерігалася і у 2025 році.

За усередненими даними формування крони дерев досліджуваних сортів за типом французька вість сприяло збільшенню середньої довжини пагона на 5,6-9,7 см, залежно від сорту.

Таблиця 4.4

Середня довжина пагона дерев імунних сортів яблуні
залежно від форми крони, см

Сорт	Форма крони	Роки			Середнє
		2023	2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	41	32	75	49,3
	Струнке веретено (к)	35	26	70	43,7
$НІР_{05}$		1,0	1,3	1,6	4,4
Моді	Французька вісь	40	42	52,0	52,0
	Струнке веретено (к)	37	38	48,3	48,3
$НІР_{05}$		1,0	1,0	7,3	1,0
Ред Топаз	Французька вісь	34	35	39,7	39,7
	Струнке веретено (к)	29	24	30,3	30,3
$НІР_{05}$		0,5	0,3	4,9	4,4

За результатами дисперсійного аналізу виявлено достовірну залежність середньої довжини пагона усіх досліджуваних сортів від типу формування крони (рис. 4.9). Середня довжина пагона дерев, сформованих за типом «французька вісь» на 11,3-16,7 % перевищувала аналогічні показники отримані у дерев сформованих за типом «струнке веретено».

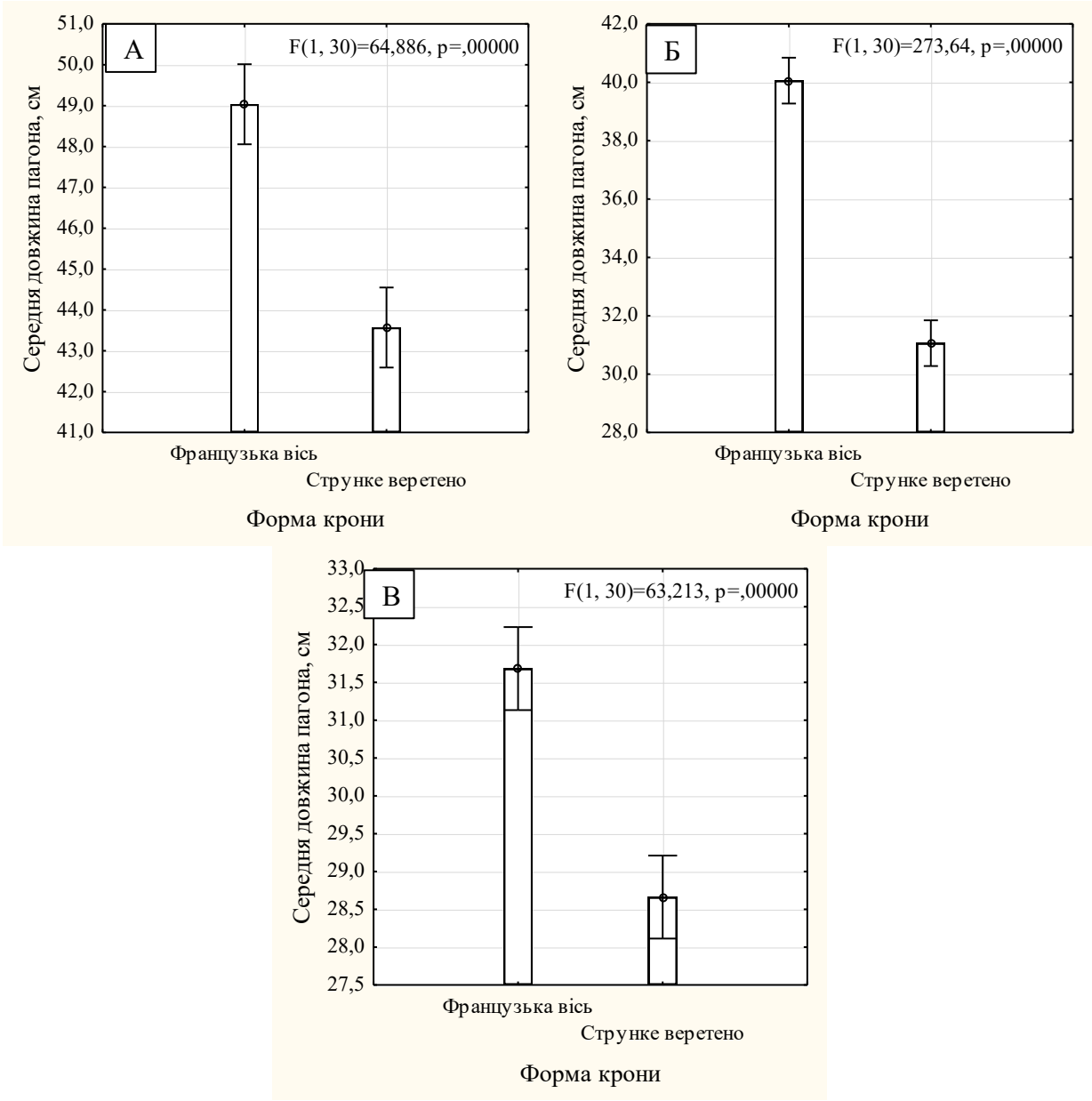


Рис. 4.9. Середня довжина пагона імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз (результати дисперсійного аналізу)

Таким чином, виявлено достовірну залежність середньої довжини пагона усіх досліджуваних сортів від типу формування крони. У дерев, сформованих за типом «французька вісь» середня довжина пагона була більшою на 11,3-16,7 %.

4.3. Асиміляційна поверхня дерев імунних сортів яблуні залежно від форми крони

Площа листкової пластинки дерев імунних сортів яблуні суттєво різнилася залежно від типу крони та сорту (табл. 4.5). У 2023 році максимальну площу листкової пластинки сформували дерева сорту Флоріна, з типом крони «французька вісь» – 42,3 см^2, що в 1,4 рази перевищувало мінімальні значення показника у дерев сорту Ред Топаз сформованих за типом «струнке веретено».

Таблиця 4.5

Площа листкової пластинки дерев імунних сортів яблуні залежно від форми крони, см^2

Сорт	Форма крони	Роки			Середнє
		2023	2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	42,3	40,1	45,2	42,5
	Струнке веретено (к)	32,1	30,2	40,0	34,1
$НІР_{05}$		2,6	1,6	4,9	2,1
Моді	Французька вісь	33,4	32,5	56,2	40,7
	Струнке веретено (к)	30,5	30,4	33,4	31,4
$НІР_{05}$		2,1	2,1	2,6	1,6
Ред Топаз	Французька вісь	32,4	30,1	33,2	31,9
	Струнке веретено (к)	29,1	28,4	29,3	28,9
$НІР_{05}$		3,1	0,5	3,1	1,0

У 2024–2025 роках простежувалася аналогічна тенденція: максимальні значення площі листкової поверхні спостерігалися у дерев із кроною типу «французька вісь». Різниця між варіантами становила 1,7–22,8 см². Найвищий показник у 2025 році зафіксовано у сорту Моді з кроною «французька вісь».

В цілому пересічно по досліду площа листкової пластинки дерев імунних сортів яблуні з типом крони «французька вісь» на 3,0-9,3 см² перевищувала аналогічні показники дерев з типом крони «струнке веретено».

Результати дисперсійного аналізу (рис. 4.10.) свідчать про істотний вплив форми крони дерев на показник площі листкової пластинки з максимальним значенням у дерев, що сформовані за типом «французька вісь».

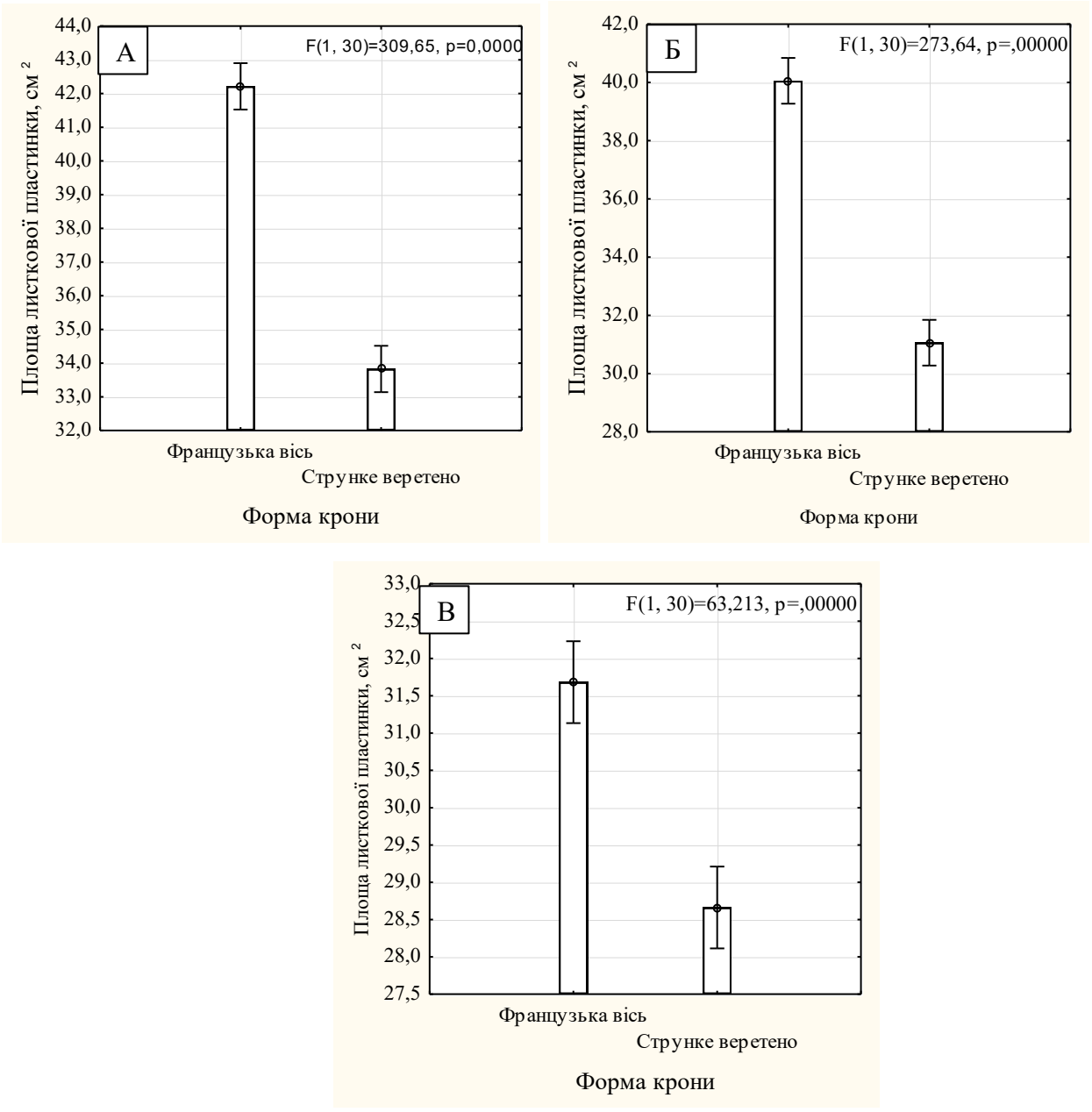


Рис. 4.10. Площа листкової пластинки імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз (результати дисперсійного аналізу)

Площа листкової поверхні. Доведено істотний вплив форми крони на формування асиміляційної поверхні дерев (табл. 4.6). Площа листкової поверхні дерев яблуні сорту Флоріна за варіанту формування крони – «французька вісь» – за усередненими даними отриманими впродовж 2023–2025 рр. становила 4,67 м² на дерево або 4,68 тис. м²/га.

Таблиця 4.6

Площа листкової поверхні дерев імунних сортів яблуні залежно від форми крони, см^2

Сорт	Форма крони	Площа листкової поверхні	Роки			Середнє
			2023	2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	м^2/дерево	3,43	2,25	8,34	4,67
		тис.м^2/га	3,44	2,25	8,34	4,68
	Струнке веретено (к)	м^2/дерево	1,54	1,14	6,81	3,16
		тис.м^2/га	1,54	1,14	6,81	3,16
НІР$_{05}$ м^2/дерево			0,5	0,3	0,3	0,5
Моді	Французька вісь	м^2/дерево	2,1	2,64	8,43	4,39
		тис.м^2/га	2,1	2,64	8,43	4,39
	Струнке веретено (к)	м^2/дерево	1,39	1,46	4,15	2,33
		тис.м^2/га	1,39	1,46	4,15	2,33
НІР$_{05}$ м^2/дерево			0,3	0,3	0,3	1,2
Ред Топаз	Французька вісь	м^2/дерево	1,24	1,16	1,58	1,33
		тис.м^2/га	3,11	2,89	3,95	3,32
	Струнке веретено (к)	м^2/дерево	0,65	0,68	1,30	0,88
		тис.м^2/га	1,63	1,70	3,25	2,19
НІР$_{05}$ м^2/дерево			0,3	0,2	0,2	0,1

Найменші значення площі листкової поверхні зафіксовано у 2024 році (2,25 м²/дерево), тоді як у 2025 році спостерігалося різке зростання показника

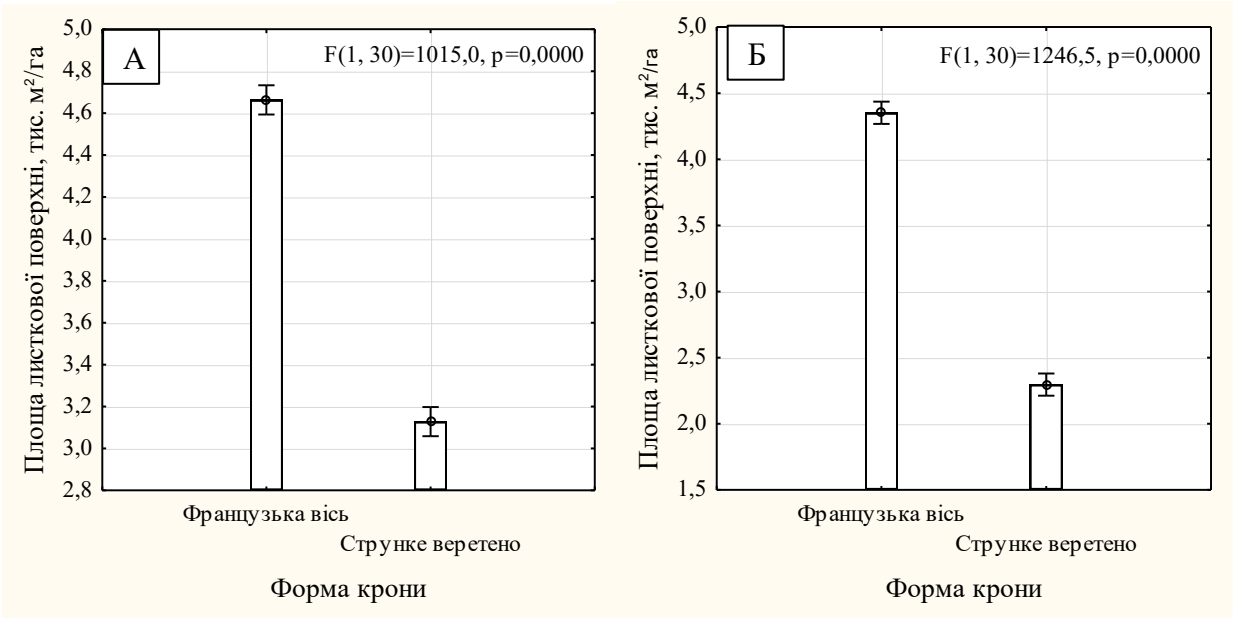
до 8,34 м²/дерево, що свідчить про інтенсифікацію вегетативного росту насаджень у цей період внаслідок значної кількості опадів у травні.

За контрольного формування крони типу «струнке веретено» дерева утворювали меншу асиміляційну поверхню порівняно з іншим варіантом. Середнє значення площі листкової поверхні у дерев сорту Флоріна за роки досліджень становило 3,16 м² на дерево (3,16 тис. м²/га). Мінімальний показник відмічено у 2024 році (1,14 м²/дерево), тоді як максимальний – у 2025 році (6,81 м²/дерево).

У дерев сорту Моді за усередненими даними спостерігалася аналогічна тенденція до збільшення площі листкової поверхні за варіанту формування крони «французька вісь» – 4,39 м² на дерево або 4,39 тис. м²/га. Максимальна площа листкової поверхні зафіксована у дерев цього сорту у 2025 році – 8,43, м² на дерево або 8,43 м²/га. Формування за типом «струнке веретено» зумовлювало зниження площі листкової поверхні дерев сорту Моді з мінімальним значенням показника у 2023 році (1,39 м²/дерево).

Слід відмітити, що у дерев сорту Ред Топаз спостерігалася попередня тенденція до збільшення площі листкової пластинки дерев за варіантом формування крони «французька вісь» за усередненими даними за 2023–2025 рр. – 1,33 м² на дерево або 3,32 тис. м²/га, що в 1,5 рази перевищувало аналогічний показник отриманий у дерев кроною «струнке веретено». Погодні умови 2025 року спричинили різке збільшення площі листкової поверхні дерев сорту Ред Топаз.

У цілому, застосування форми крони «струнке веретено» зумовило достовірне зменшення площі листкової поверхні на 32–35 % у всіх досліджуваних сортів порівняно з «французькою віссю», що пояснюється особливостями архітектоніки крони та характером розміщення пагонів, що мають вплив на формування асиміляційного апарату (рис. 4.11).



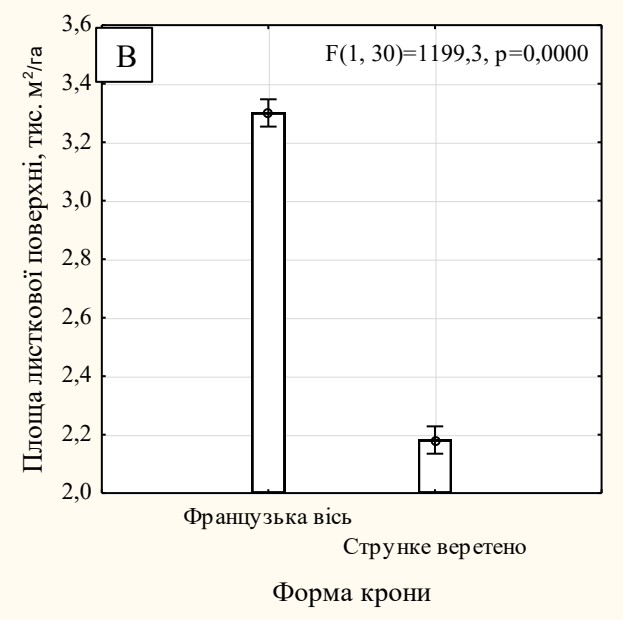


Рис. 4.11. Площа листкової поверхні імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз (результати дисперсійного аналізу)

Таким чином, формування дерев яблуні імунних сортів за типом «французька вісь» сприяє нарощуванню асиміляційної поверхні на 32-35 % більшої порівняно з формою «струнке веретено». Дерева сорту Флоріна сформовані за типом «французька вісь» мали максимальну площу листкової поверхні.

Товщина листкової пластинки дерев імунних сортів яблуні (табл. 4.7)

істотно залежала від типу формування крони в усіх досліджуваних сортів. У дерев сорту Флоріна з типом формування «французька вісь» за усередненими даними значення досліджуваного показника (315 μк) в 1,27 рази перевищувало дані отримані у дерев цього ж сорту сформованих за типом «струнке веретено» (246,4 μк). Впродовж ведення досліджень товщина листкової пластинки дерев цього сорту не зазнала істотних змін.

Таблиця 4.7

Товщина листкової пластинки дерев імунних сортів яблуні залежно від форми крони, μк

Сорт	Форма крони	Роки		Середнє
		2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	310,4	319,5	315,0
	Струнке веретено (к)	240,8	252,0	246,4
$НІР_{05}$		16,6	3,6	14,2
Моді	Французька вісь	312,5	316,5	316,5
	Струнке веретено (к)	218,4	219,5	219,5
$НІР_{05}$		15,3	30,2	16,4
Ред Топаз	Французька вісь	234,1	237,3	237,3
	Струнке веретено (к)	210,8	216,5	216,5
$НІР_{05}$		17,9	2,9	2,8

Дослідження товщини листкової пластинки дерев сорту Моді також засвідчили суттєві відмінності між значенням показника: листки дерев сформованих за типом «струнке веретено» за усередненими даними були тоншими в 1,44 рази, порівняно з показниками отриманими у дерев сформованих за типом «французька вісь». Максимальну товщину мали листки дерев цього сорту у 2025 році – 320,4 μк, що, однак, не суттєво різнилося порівняно з даними отриманими у 2024 році.

Формування дерев за типом «струнке веретено» зумовлювало зменшення товщини листкової пластинки і у насадженнях сорту Ред Топаз – в 1,1 рази порівняно до контролю. Слід відмітити, що у 2025 році спостерігалося збільшення товщини листкової пластинки у всіх досліджуваних варіантах.

Результати дисперсійного аналізу свідчать про достовірну залежність товщини листкової пластинки дерев імунних сортів яблуні від типу формування крони (рис. 4.12).

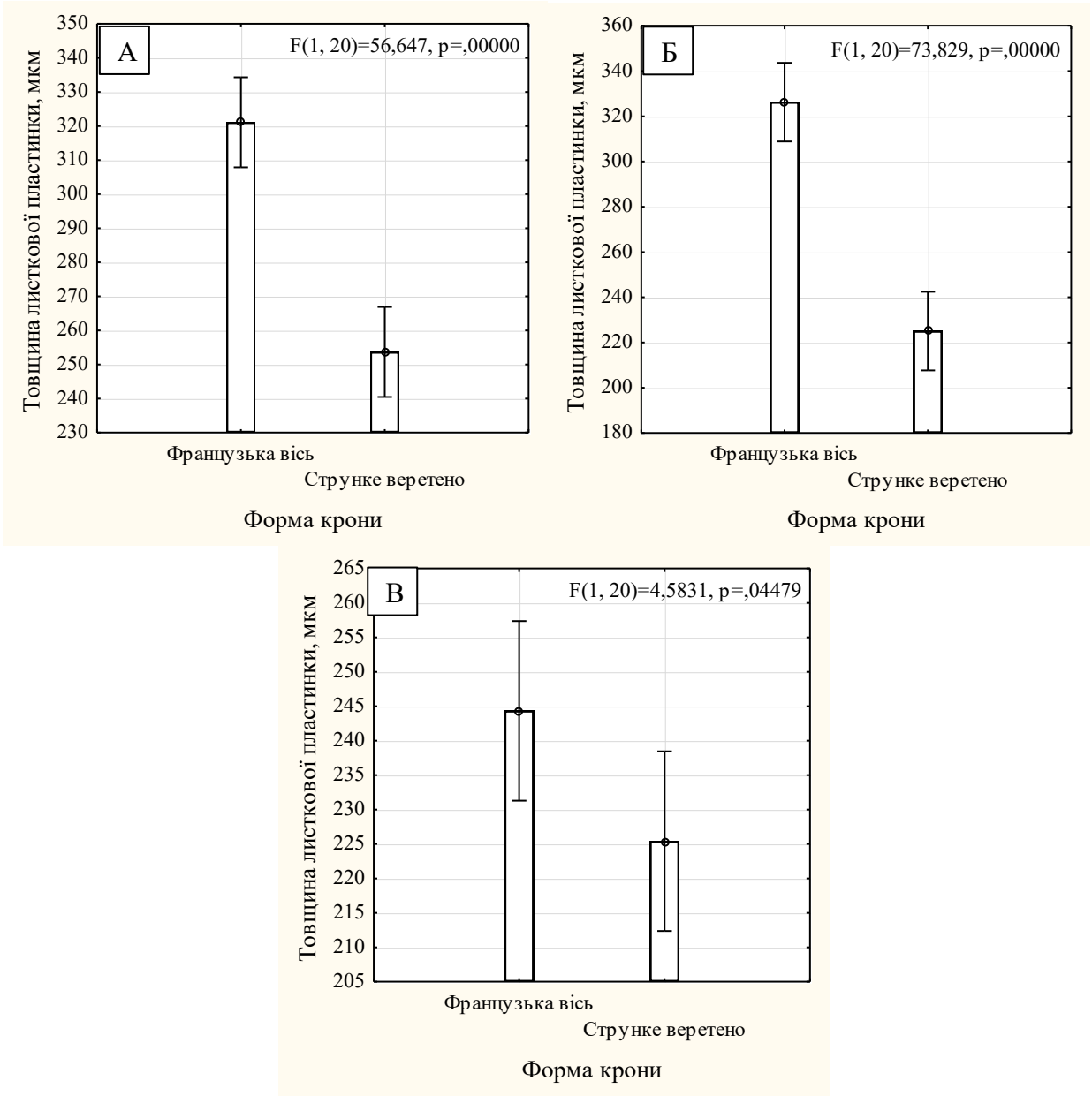


Рис. 4.12. Середня товщина листкової пластинки дерев імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз (результати дисперсійного аналізу)

Формування крони за типом «французька вісь» сприяло достовірному збільшенню товщини листкової пластинки на 7,7-30,1 % у всіх досліджуваних сортів порівняно з струнким веретеном внаслідок кращого світлового режиму в кроні та більш рівномірного освітлення листків.

Отже, формування дерев яблуні імунних сортів за типом «французька вісь» сприяє збільшенню товщини листкової пластинки на 7,7-30,1 % порівняно з кроною «струнке веретено» внаслідок кращого світлового режиму в кроні та більш рівномірного освітлення листків.

Дослідженнями доведено суттєву різницю за сумою хлорофілів "a"+"b" (табл. 4.8) в листках дерев яблуні імунних сортів яблуні залежно від форми крони. Сума хлорофілів в листках яблуні сорту Флоріна за варіанту формування крони – «французька вісь» згідно даних, отриманих впродовж 2024-2025 рр. складала 286,84 мг/100 г.

Таблиця 4.8

Сума хлорофілів "a"+"b" в листках дерев імунних сортів яблуні залежно від форми крони, мг/100 г

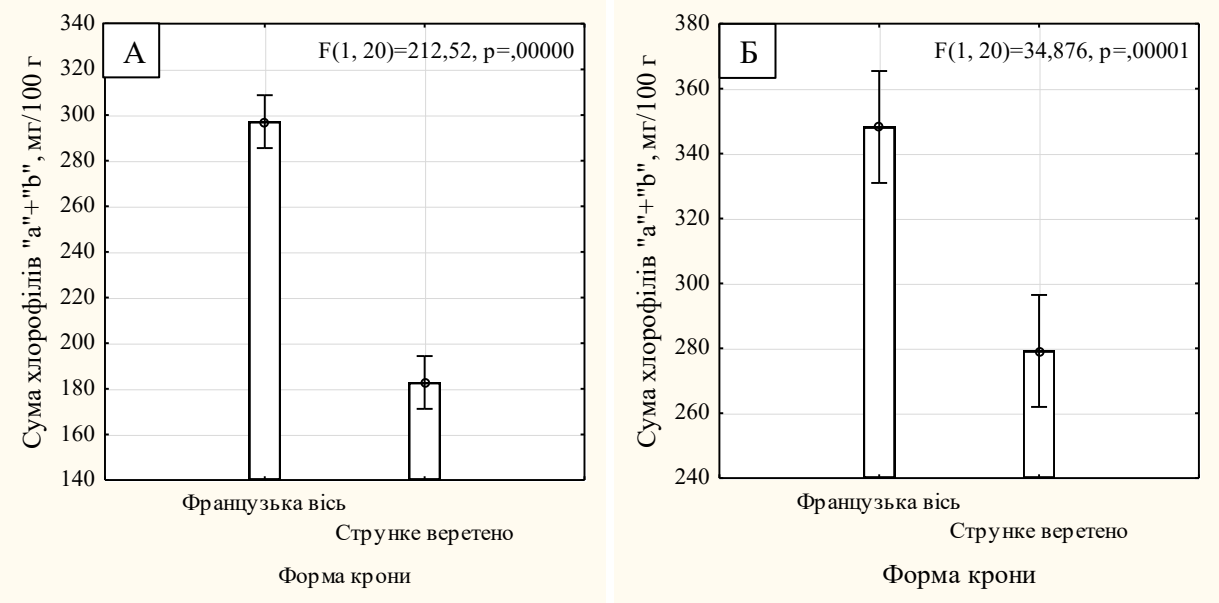
Сорт	Форма крони	Роки		Середнє
		2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	290,51	283,16	286,84
	Струнке веретено (к)	170,52	183,34	176,93
$НІР_{05}$		7,50	14,00	8,6
Моді	Французька вісь	320,12	331,03	331,03
	Струнке веретено (к)	260,41	267,73	267,73
$НІР_{05}$		28,30	13,00	24,0
Ред Топаз	Французька вісь	240,62	246,18	246,18
	Струнке веретено (к)	192,45	199,04	199,04
$НІР_{05}$		29,4	11,20	12,6

Застосування типу крони «французька вісь» зумовило збільшення суми

хлорофілів у листках цього сорту в 1,6 рази, що свідчить про кращі умови для фотосинтезу, за нижчого рівня у 2024 році.

Сума хлорофілів в листках дерев яблуні сорту Моді узгоджувалася із закономірностями виявленими у сорту Флоріна, де за усередненими даними за типом «французьке веретено» накопичено більш, як у 1,2 раза суму вищу, проти типу крони «струнке веретено». Ці результати пояснюються більш рівномірним розподілом гілок у просторі за типу формування крони «французька вісь» та стабільнішим балансом між ростом і плодоношенням, що сприяє отриманню достатнього, проте не надмірного освітлення. Аналогічні дані отримані у дерев сорту Ред Топаз, що підтверджують попередню тенденцію з максимальним значенням досліджуваного показника у 2025 році.

Результати дисперсійного аналізу свідчать про достовірний вплив типу формування крони на показник суми хлорофілів в листках яблуні різних сортів (рис. 4.13). Застосування форми крони «струнке веретено» достовірно зменшувало суму хлорофілів в листках яблуні на 19,2-38,4 % у всіх досліджуваних сортів порівняно з типом «французька вісь», що спричинено погіршеним світловим режимом та мікрокліматом у кроні дерев.



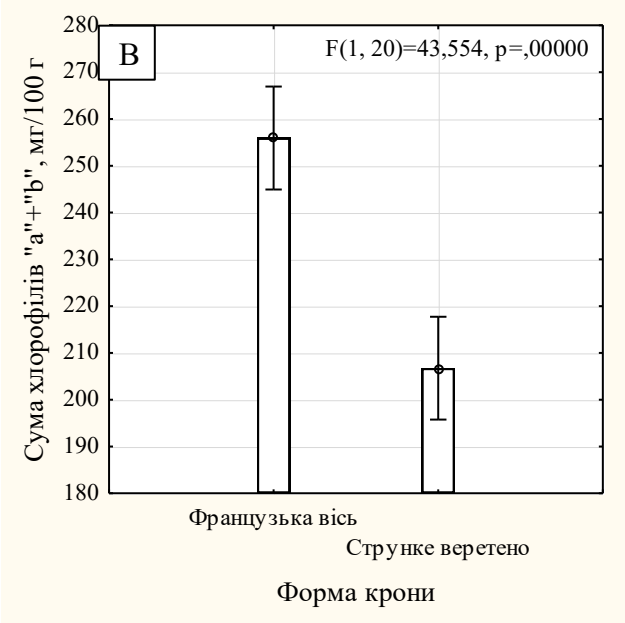


Рис. 4.13. Сума хлорофілів "a"+"b" в листках імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз (результати дисперсійного аналізу)

Таким чином, формування дерев яблуні імунних сортів за типом «французька вісь» створює оптимальні умови для накопичення суми хлорофілів в листках дерев яблуні усіх досліджуваних сортів з різницею в 1,2-1,6 рази порівняно з формою «струнке веретено».

4.4. Чиста продуктивність фотосинтезу

Чиста продуктивність фотосинтезу листків дерев яблуні досліджуваних сортів суттєво різнилася залежно від форми крони (табл. 4.9). У дерев сорту Флоріна максимальна чиста продуктивність фотосинтезу за усередненими даними, отриманими впродовж 2024-2025 рр. в 1,2 рази перевищувала аналогічні показники дерев, що сформовані за типом крони «струнке веретено», що зумовлено достатнім освітленням крони за рахунок більш рівномірного розподілу гілок у просторі. Максимальні значення чистої продуктивності фотосинтезу досягнуті у листках дерев цього сорту у 2024 році, що в 1,3 рази перевищувало мінімальний показник, отриманий за цей же період.

Таблиця 4.9

Чиста продуктивність фотосинтезу листків
дерев яблуні залежно від форми крони, г/м^2 на добу

Сорт	Форма крони	Роки		Середнє
		2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	23,5	22,8	23,15
	Струнке веретено (к)	18,4	19,2	18,8
$НІР_{05}$		2,3	1,3	1,4
Моді	Французька вісь	26,4	27,4	27,4
	Струнке веретено (к)	22,8	23,2	23,2
$НІР_{05}$		2,6	2,6	1,8
Ред Топаз	Французька вісь	20,1	20,7	20,7
	Струнке веретено (к)	19,4	18,7	18,7
$НІР_{05}$		0,5	0,3	0,3

У дерев сорту Моді застосування варіанту формування крони – «французька вісь» за досліджуваний період зумовило підвищення чистої продуктивності фотосинтезу в 1,2 рази, що вказує на сприятливіші умови для фотосинтетичної активності зі зниженим її рівнем у 2024 році.

Попередньо виявлені закономірності спостерігалися і у дослідженнях значення показника листків дерев сорту Ред Топаз, де чиста продуктивність фотосинтезу дерев з формою крони «французька вісь» на 2 г/м^2 на добу перевищувала аналогічний показник дерев з формою крони «струнке веретено». Вищі значення чистої продуктивності фотосинтезу у дерев цього сорту отримано у 2025 році.

Згідно результатів дисперсійного аналізу (рис. 4.14), форма крони справила достовірний вплив на показник чистої продуктивності фотосинтезу. Застосування крони «французька вісь» достовірно збільшувало чисту

продуктивність фотосинтезу на 9,7-18,8 %.

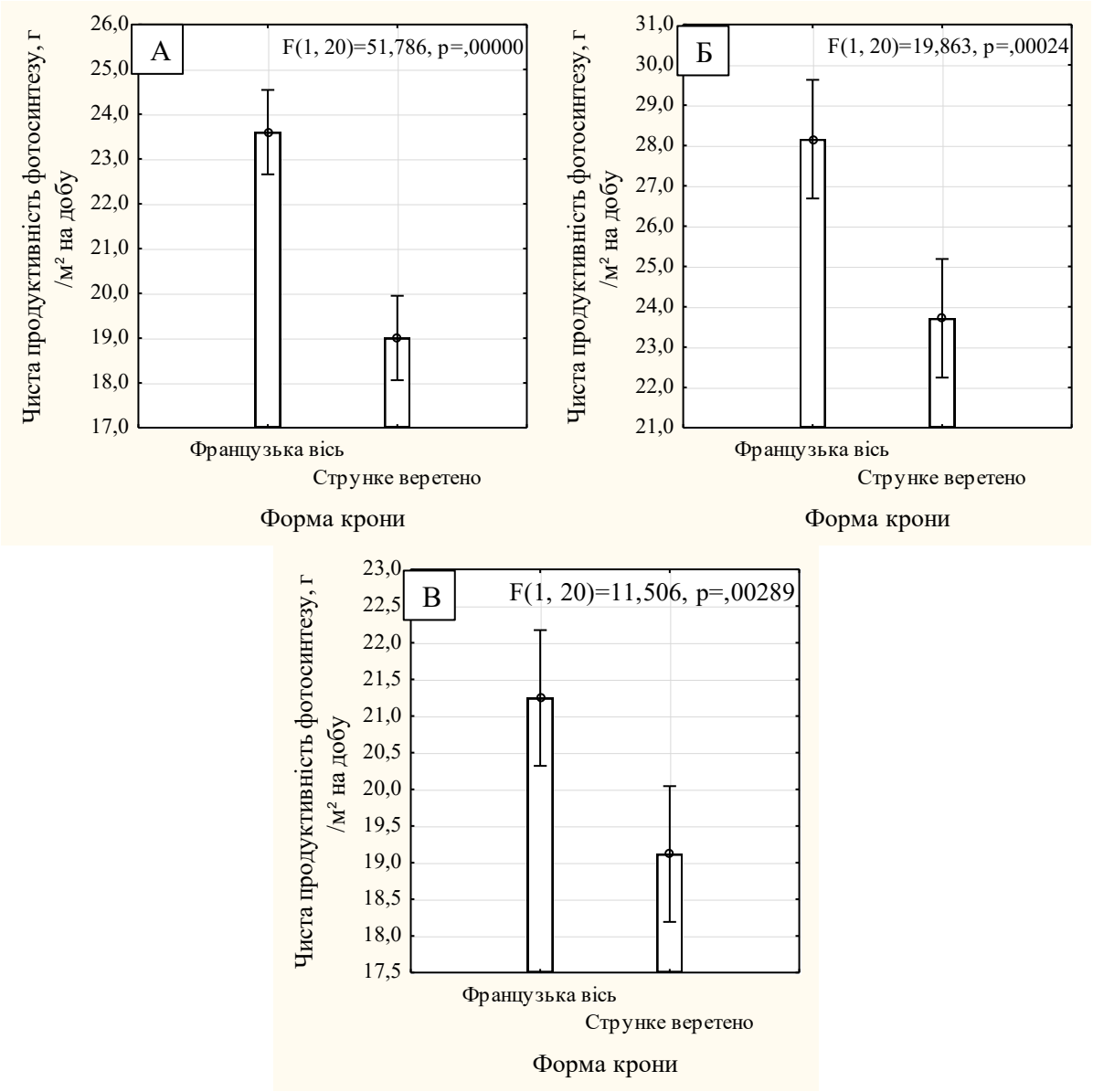


Рис. 4.14. Середня чиста продуктивність фотосинтезу листків дерев яблуні залежно від форми крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз (результати дисперсійного аналізу)

Отже, формування дерев яблуні досліджуваних сортів за типом «французька вісь» підвищує чисту продуктивність фотосинтезу листків на 9,7-18,8 % порівняно з формою «струнке веретено».

4.3. Баланс фітомаси дерев яблуні імунних сортів залежно від форми крони

Дослідження показників фітомаси дерев яблуні імунних сортів показали істотні відмінності залежно від формування крони дерев (табл. 4.10). Впродовж ведення досліду у дерев сорту Флоріна сформованих за типом крони «струнке веретено» фітомаса становила 2,93-6,46 кг/дерево, що в 1,26-1,32 рази перевищувало аналогічні значення показника дерев сформованих за типом «французька вісь». Аналогічна закономірність спостерігалася і у дерев сорту Моді, де накопичена фітомаса за форми крони «струнке веретено» в 1,2-1,3 рази стабільно у всі роки перевищувала відповідні значення показника дерев сформованих за типом «французька вісь».

Найбільшу фітомасу накопичували дерева сорту Ред Топаз, особливо у 2024-2025 рр. В цей період досліджень фітомаса досягала значення 12,30-13,04 кг/дерево, що в 1,9 рази перевищувало значення за формування «французька вісь», та, очевидно, зумовлено вищим потенціалом сорту до накопичення вегетативної маси, особливо за інтенсивної системи формування крони.

Врожайність імунних сортів яблуні в перерахунку на дерево у сорту Флоріна істотно різнилася залежно від типу крони лише у 2024 р, сягнувши максимуму у 2023 році, особливо за типом «струнке веретено» – 9,1 кг/дерево. У дерев сорту Моді фактична врожайність істотно різнилася залежно від типу крони у 2023 році з максимальним показником 7,8 кг/дерево, що в 1,3 рази перевищувало значення показника отриманого за формування крони «французька вісь». Розрахунок сумарної фітомаси на дерево показав істотне перевищення значення (в 1,14-1,54 рази) показника дерев усіх досліджуваних сортів сформованих за типом «струнке веретено» з максимумом досягнутим у дерев сорту Ред Топаз у 2024-2025 рр. – 18,5-20,5 кг/дерево. Питома частка урожаю у загальній фітомасі, що свідчить про продуктивний потенціал насаджень, у дерев сорту Флоріна сформованих за типом крони «французька вісь» на 1,8-5,8 % перевищувала аналогічні значення показника дерев сформованих за типом «струнке веретено».

Таблиця 4.10

Показники фітомаси дерев яблуні імунних сортів

залежно від форми крони

Показники фітомаси	Форма крони	Сорт								
		Флоріна			Моді			Ред Топаз		
		Роки								
		2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
Фітомаса, кг/дерево	Французька вісь	2,33	4,58	4,89	2,14	4,58	4,89	3,26	6,55	6,89
	Струнке веретено (к)	2,93	5,81	6,46	2,69	5,81	6,46	4,37	12,30	13,04
$НІР_{05}$		0,30	0,30	0,50	0,30	0,30	0,50	0,30	1,30	0,80
Урожайність кг/дерево	Французька вісь	8,20	4,93	3,17	6,20	5,04	3,15	6,00	7,92	5,13
	Струнке веретено (к)	9,10	5,80	3,25	7,80	5,38	3,28	6,80	8,23	5,44
$НІР_{05}$		1,00	0,50	0,30	0,50	0,30	0,30	0,50	1,00	0,80
Сумарна фітомаса, кг/дерево	Французька вісь	10,53	9,51	8,06	8,34	9,76	8,66	9,26	14,47	12,02
	Струнке веретено (к)	12,03	11,61	9,71	10,49	13,39	11,74	11,17	20,53	18,48
$НІР_{05}$		0,30	0,80	0,50	0,80	0,80	0,50	0,80	1,80	0,8
Питома частка урожаю у загальній фітомасі дерева, %	Французька вісь	77,8	51,8	39,3	74,4	51,7	36,4	64,8	54,7	42,7
	Струнке веретено (к)	75,6	50,0	33,5	74,4	40,2	28,0	60,9	40,1	29,4

Частка урожаю у дерев сорту Моді на 8,4-11,5 % перевищувала показник, отриманий за формування «струнке веретено», однак за відсутності різниці у 2023 році. Більша різниця між значеннями показника спостерігалася у дерев сорту Ред Топаз, особливо у 2024-2025 рр. – 3,9-14,6 %. Отримані дані свідчать про активніший вегетативний ріст дерев, сформованих за типом «струнке веретено», тоді як «французька вісь» сприяла більш ефективній трансформації фітомаси в урожай.

Розрахунок фітомаси винесеної з обрізуванням показав значні відмінності залежно від форми крони дерев (табл. 4.11). У дерев сорту Флоріна, сформованих за типом «струнке веретено» обсяг фітомаси винесеної з обрізуванням за період ведення досліджень на 0,13-0,15 кг/дерево перевищував значення аналогічного показника дерев з «французькою віссю». За усередненими даними різниця склала 0,15 кг/дерево (0,15 т/га).

У дерев сорту Моді обсяг фітомаси винесеної з обрізуванням достовірно різнився залежно від типу крони у 2025 році, з різницею 0,09 кг/дерево (0,09 т/га) на користь показника дерев сформованих за типом «французька вісь», та за відсутності різниці у 2024 році. В середньому, за період досліджень значення досліджуваного показника становили 0,85-0,88 кг/дерево (0,85-0,88 т/га) та достовірно не різнилися залежно від типу крони за деякого перевищення значення показника дерев з типом «французька вісь».

У дерев сорту Ред Топаз спостерігалася більш виражений вплив типу крони на обсяг винесеної з обрізуванням фітомаси. У варіанті з формуванням крони дерев за типом «струнке веретено» спостерігалося істотно більший обсяг винесеної фітомаси на 0,05-0,06 кг/дерево (0,13 т/га). За усередненими даними у дерев з типом крони «струнке веретено» обсяг фітомаси винесеної з обрізуванням на 0,05 кг/дерево (0,13 т/га) перевищував значення показників, отриманих у дерев з кроною «французька вісь».

Таблиця 4.11

Обсяг фітомаси, винесеної з обрізуванням

Сорт	Форма крони	Обсяг фітомаси	Роки		Середнє
			2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	кг/дерево	0,66	0,78	0,72
		т/га	0,66	0,78	0,72
	Струнке веретено (к)	кг/дерево	0,79	0,95	0,87
		т/га	0,79	0,95	0,87
$НІР_{05}$			0,08	0,08	0,08
Моді	Французька вісь	кг/дерево	0,77	0,98	0,88
		т/га	0,77	0,98	0,88
	Струнке веретено (к)	кг/дерево	0,81	0,89	0,85
		т/га	0,81	0,89	0,85
$НІР_{05}$			0,05	0,06	0,07
Ред Топаз	Французька вісь	кг/дерево	0,14	0,15	0,15
		т/га	0,35	0,39	0,37
	Струнке веретено (к)	кг/дерево	0,19	0,21	0,20
		т/га	0,48	0,52	0,50
$НІР_{05}$			0,02	0,02	0,04

Таким чином, вища продуктивність фітомаси дерев яблуні імунних сортів виявлена за формування крони дерев за типом «французька вісь», натомість дерева сформовані за типом «струнке веретено» більш інтенсивно нарощували вегетативну масу. За обсягом фітомаси винесеної з обрізуванням вирізнялися дерева сортів Флоріна та Ред Топаз з типом крони «струнке веретено», за відсутності достовірної різниці у дерев сорту Моді.

Висновки до розділу 4

1. Освітленість дерев яблуні з формою крони «французька вісь» в різних за висотою частинах крони вища на 6,5-11,5 % у дерев сорту Флоріна, 5,4-25,8 % – Моді та 26,5-28,1 % – Ред Топаз. Форма крони достовірно впливає на освітленість у дерев сорту Флоріна на висоті 1,5 м, у Моді – 1 та 1,5 м та у дерев сорту Ред Топаз на усіх рівнях крони.

2. Тип формування крони достовірно впливає на висоту дерев лише у сорту Ред Топаз з максимальними значеннями досліджуваного показника у дерев сорту Флоріна з типом крони «струнке веретено».

3. Формування крони за типом «стрункого веретена» сприяло значно більшому нарощуванню діаметру штамбу у всіх досліджуваних сортів яблуні з різницею 2-7,2 мм залежно від сорту.

4. Формування дерев за типом «французька вісь» сприяє активнішому росту пагонів. Середня довжина пагона усіх досліджуваних сортів яблуні достовірно залежить від типу формування крони. У дерев, сформованих за типом «французька вісь» середня довжина пагона була більшою на 11,3-16,7 %.

5. Формування дерев яблуні за типом крони «французька вісь» сприяє нарощуванню на 32-35 % більшої асиміляційної поверхні, потовщенню листкової пластинки на 7,7-30,1 %, створює оптимальні умови для накопичення суми хлорофілів в листках усіх досліджуваних сортів з різницею в 1,2-1,6 рази порівняно з формою «струнке веретено».

6. Чиста продуктивність фотосинтезу листків за формування крони за типом «французька вісь» на 9,7-18,8 % більша порівняно з формою «струнке веретено».

7. Вища продуктивність фітомаси виявлена за формування крони дерев за типом «французька вісь», натомість у дерев сформованих за типом «струнке веретено» більша вегетативна маса. За обсягом фітомаси винесеної з обрізуванням вирізнялися дерева сортів Флоріна та Ред Топаз з типом

крони «струнке веретено», за відсутності достовірної різниці у дерев сорту Моді.

Результати досліджень, висвітлені в розділі опубліковані в працях: 197-200.

РОЗДІЛ 5. ПРОДУКТИВНІСТЬ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ

5.1. Рівень квітування імунних сортів яблуні залежно від форми крони

Дослідження показників квітування, зокрема кількості квіток, зав'язі та рівень корисної зав'язі імунних сортів яблуні показали істотні відмінності значень показників залежно від форми крони (табл. 5.1).

Кількість квіток з розрахунку на одне дерево у дерев сорту Флоріна, сформованими за типом «струнке веретено» у 2023 та 2024 рр. на 9,1-13,2 % перевищувала значення цього ж показника дерев, сформованих за типом «французька вісь». Натомість, у 2025 році спостерігалася протилежна тенденція до збільшення кількості квіток на деревах, сформованих за типом «французька вісь» – на 25,8 %. За усередненими даними, отриманими за 2023-2025 рр. у дерев сорту Флоріна не виявлено істотної різниці за кількістю квіток залежно від типу крони. Найменше значення показника зафіксовано у 2025 році з типом крони «струнке веретено» – 175 шт./дер. У дерев сорту Моді кількість квіток у розрахунку на одне дерево у 2023 році істотно не залежала від форми крони, натомість, у 2024 році значення досліджуваного показника було достовірно вищим за формування у дерев крони «струнке веретено», а у 2025 році – навпаки – «французька вісь». Найменше значення показника зафіксовано у 2025 році з типом крони дерев сорту Моді «струнке веретено». За усередненими даними, кількість квіток на одне дерево була достовірно вищою за формування крони «струнке веретено». У дерев сорту Ред Топаз у 2023 році значення досліджуваного показника у дерев сформованих з типом крони «струнке веретено» в 1,1 рази перевищувало значення показника дерев сформованих за типом «французька вісь». У 2024 році достовірної різниці між показниками не спостерігалося, тоді як у 2025 – перевага виявлена за типом крони «французька вісь».

Таблиця 5.1

Показники квітування дерев яблуні імунних сортів залежно від форми крони

Показники квітування	Форма крони	Показники квітування											
		кількість квіток, шт./дер				кількість зав'язі, шт./дер				рівень корисної зав'язі,%			
		Роки											
		2023	2024	2025	середнє за 2023-2025 рр.	2023	2024	2025	середнє за 2023-2025 рр.	2023	2024	2025	середнє за 2023-2025 рр.
Флоріна	Французька вісь	295,0	229,7	235,7	253,4	32,8	19,7	24,8	25,8	11,1	8,6	10,5	10,1
	Струнке веретено (к)	340,0	252,0	175,0	255,7	36,4	23,2	28,0	29,2	10,7	9,2	16,0	12,0
$НІР_{05}$		22,1	23,1	23,9	15,3	1,6	1,0	2,9	0,5	0,8	0,8	1,6	0,8
Моді	Французька вісь	250,0	240,0	246,9	245,6	24,8	20,2	17,9	21,0	9,9	8,4	7,2	8,5
	Струнке веретено (к)	270,0	295,0	220,0	261,7	31,2	21,5	28,0	26,9	11,6	7,3	12,7	10,5
$НІР_{05}$		22,4	7,5	12,2	8,3	3,1	2,9	1,6	1,6	0,8	0,5	0,8	0,8
Ред Топаз	Французька вісь	360,0	450,0	490,0	433,3	24,0	31,7	22,0	25,9	6,7	7,0	4,5	6,1
	Струнке веретено (к)	390,0	425,0	455,0	423,3	27,2	43,3	37,0	35,8	7,0	10,2	8,1	8,4
$НІР_{05}$		3,9	42,9	26,8	40,3	1,0	1,3	1,3	3,4	0,3	0,8	0,3	0,3

За усередненими даними, достовірної різниці між значеннями досліджуваного показника залежно від форми крони не виявлено.

Кількість утвореної зав'язі мала деякі відмінності залежно від форми крони. У дерев сорту Флоріна за варіанту формування крони – «французька вісь» – за усередненими даними отриманими впродовж 2023 –2025 рр. кількість зав'язі становила 25,8 шт./дер. Найменші значення показника зафіксовані у 2024 р (19,7 шт./дер). За формування крони типу «струнке веретено» кількість зав'язі на деревах була достовірно вищою, особливо у 2023 році, за середнього значення 29,2 шт./дер.

У дерев сорту Моді спостерігалася подібна закономірність до збільшення зав'язі з розрахунку на одне дерево за формування крони типу «струнке веретено», що за усередненими даними на 5,9 шт./дер перевищувало дані отримані за формування типу «французька вісь». Максимальні значення досліджуваного показника виявлені у 2023 році.

Кількість зав'язі дерев яблуні сорту Ред Топаз за формування типу «французька вісь» була за усередненими даними в 1,4 рази меншою, проти аналогічного показника дерев з типом крони «струнке веретено». Мінімальне значення досліджуваного показника спостерігалося у 2025 році – 22,0 шт./дер.

За формування крони «струнке веретено» кількість зав'язі впродовж досліджуваного періоду була істотно вищою проти аналогічного показника типу «французька вісь» з максимальним значенням у 2024 році – 43,3 шт./дер.

Розрахунок рівня корисної зав'язі свідчить про істотну залежність від форми крони (табл. 5.1). У дерев сорту Флоріна не спостерігалося значних відмінностей залежно від форми крони між значеннями показника у 2023-2024 рр, водночас у 2025 році різниця була суттєвою з перевагою форми «струнке веретено» в понад 1,5 рази. За усередненими даними різниця між формами крони за рівнем корисної зав'язі складала 1,2 рази.

Подібна закономірність спостерігалася і у дерев сорту Моді у 2023 та

2025 роках, натомість у 2024 році – результат був протилежним зі збільшенням рівня корисної зав'язі у дерев з типом «французька вісь» на 1,1 %. У середньому за три роки досліджень рівень корисної зав'язі у дерев сорту Моді сформованих за типом «струнке веретено» в 1,2 рази перевищував аналогічний показник дерев з типом крони «французька вісь».

У дерев сорту Ред Топаз рівень корисної зав'язі достовірно залежав від типу крони у 2024-2025 рр., з перевагою значення показника у дерев з типом крони «струнке веретено» відповідно 1,4 та 1,8 рази, за неістотної різниці у 2023 році. За усередненими даними рівень корисної зав'язі древ, сформованих за типом «струнке веретено» в 1,4 рази переважав аналогічне значення дерев з типом крони «французька вісь».

Таким чином, формування крони дерев за типом «струнке веретено» забезпечувало більшу кількість квіток у дерев сортів Флоріна та Моді, зав'язі – у всіх досліджуваних сортів з рівнем корисної зав'язі що в 1,2-1,5 разів перевищував значення показника дерев з типом крони «французька вісь». Формування крони дерев за типом «французька вісь» сприяло більшій стабільності досліджуваних показників, що забезпечувало кращий баланс між ростом і плодоношенням.

5.2. Продукційний потенціал імунних сортів яблуні залежно від форми крони

Доведено, що форма крони дерев не однаково впливала на продукційний потенціал насаджень яблуні імунних сортів (табл. 5.2). Урожайність дерев сорту Флоріна сформованих за типом крони «струнке веретено» у 2023-2024 рр. істотно перевищувала показник, отриманий у дерев з кроною «французька вісь» за максимальної різниці у 2023 році 0,9 т/га, однак, у 2025 році вона не була суттєвою. Мінімум урожайності насаджень зафіксовано у 2025 році за обох типів крони. У середньому за 2023–2025 рр. різниця між значеннями показника залежно від типу крони

була суттєвою з перевагою на 0,62 т/га типу «струнке веретено».

Подібна закономірність спостерігалася і у сорту Моді, де достовірна різниця врожайності зафіксована у лише у 2023 році – 1,6 т/га на користь типу «струнке веретено». Слід відмітити, що максимальної врожайності дерева цього сорту досягли у 2023 році за формування обох типів крони. За усередненими даними врожайність дерев цього сорту сформованих за типом «французька вісь» на 0,69 т/га поступалася аналогічним значенням показника дерев сформованих за типом «струнке веретено».

Таблиця 5.2

Врожайність імунних сортів яблуні залежно від форми крони, т/га

Сорт	Форма крони	Роки			Середнє
		2023	2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	8,20	4,93	3,17	5,43
	Струнке веретено (к)	9,10	5,80	3,25	6,05
$НІР_{05}$		0,80	0,80	0,30	0,30
Моді	Французька вісь	6,20	5,04	3,15	4,80
	Струнке веретено (к)	7,80	5,38	3,28	5,49
$НІР_{05}$		0,30	0,30	0,30	0,30
Ред Топаз	Французька вісь	15,00	19,80	12,83	15,88
	Струнке веретено (к)	17,00	20,58	13,60	17,06
$НІР_{05}$		1,80	1,80	0,50	1,30

Для сорту Ред Топаз також зберігалася аналогічна тенденція до переважання врожайності дерев, сформованих за типом крони «струнке веретено» з достовірною різницею між значеннями показника у 2023 та 2025 роках з максимумом урожаю у 2024 році. У середньому за три роки врожайність дерев сорту Ред Топаз сформованих за типом «струнке веретено» була вищою на 6,9 % .

Результати дисперсійного аналізу свідчать про достовірну залежність урожайності від типу крони дерев імунних сортів (рис.5.1). Максимальний показник урожайності досягається за формування крони дерев усіх досліджуваних сортів за типом «струнке веретено», що на 6,9-12,6 % перевищує значення показника отриманого у дерев з типом крони «французька вісь» з піком врожайності у сортів Флоріна та Моді у 2023 році, а у Ред Топаз – у 2024.

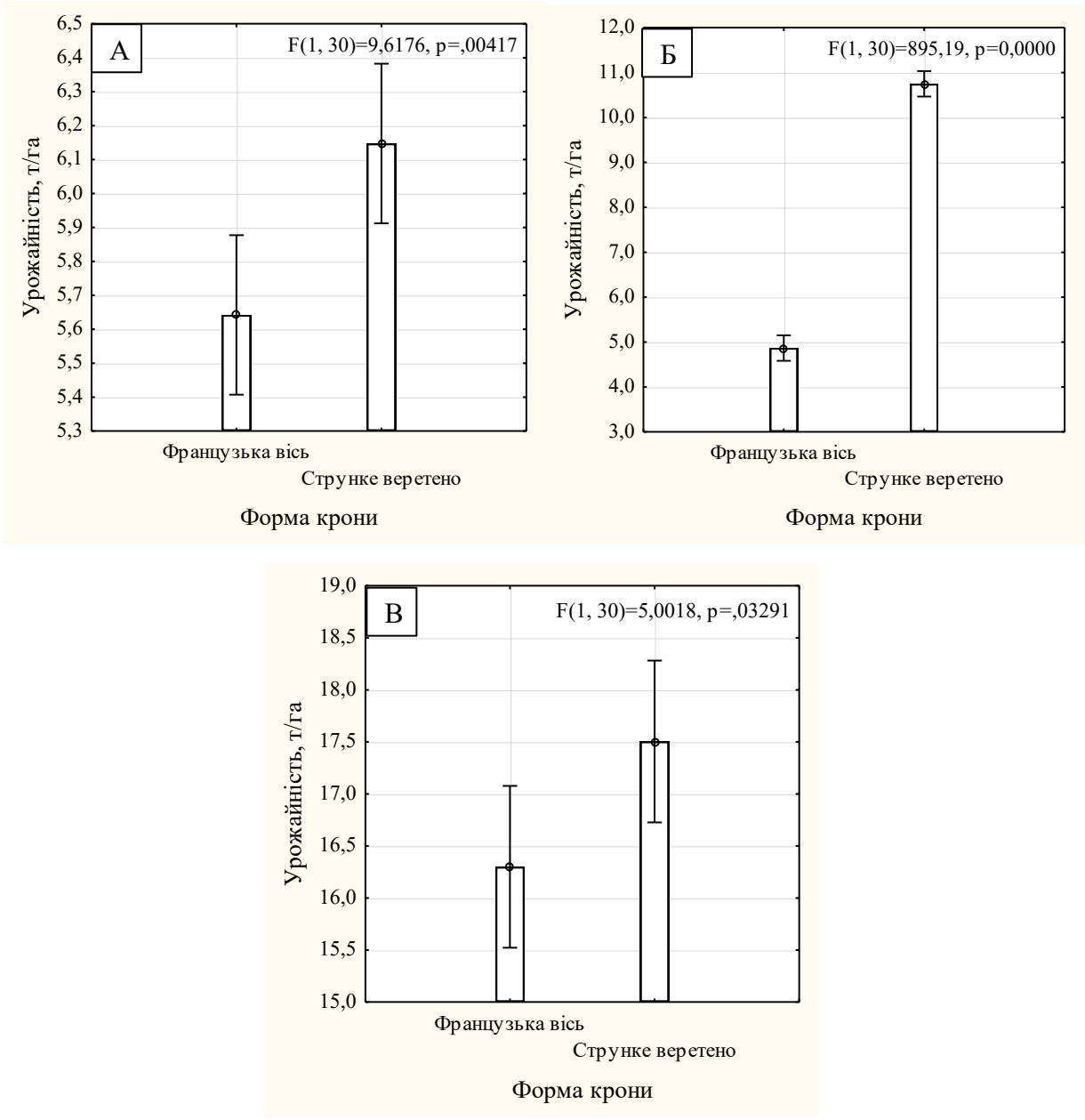


Рис. 5.1. Врожайність імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз
(результати дисперсійного аналізу)

Слід відмітити, що дерева з типом крони «французька вісь» мали більш вирівняні за роками показники врожайності.

Таким чином, формування дерев досліджуваних імунних сортів яблуні за типом «струнке веретено» забезпечує на 8,6-22,1 % вищу врожайність, тоді «французька вісь» сприяє більш стабільному плодоношенню.

Розрахунок питомої продуктивності насаджень (табл. 5.3) показав відмінності між значеннями показників залежно від типу крони дерев.

У дерев сорту Флоріна найвища питома продуктивність насаджень на одиницю об'єму крони спостерігалася за формування крони типу «французька вісь» у 2023 році, що в 5 разів перевищувало мінімальне значення показника у дерев цього ж сорту з типом крони «струнке веретено». Слід відмітити, що у 2024 та 2025 рр. внаслідок весняних заморозків питома продуктивність насаджень була значно нижчою. За усередненими даними впродовж ведення досліджень питома продуктивність насаджень сорту Флоріна з типом крони «французька вісь» на 0,11 кг/м^3 на одиницю об'єму крони перевищувала дані отримані в насадженнях з формою крони «струнке веретено».

У сорту Моді максимальна продуктивність насаджень на одиницю об'єму крони зафіксована у дерев з формою крони «струнке веретено» у 2023 році, що в 3,9 рази перевищувало мінімальне значення показника за цієї ж форми крони у 2025 році. Середня питома продуктивність насаджень на одиницю об'єму крони у дерев сформованих за типом «струнке веретено» на 14,3 % перевищувала значення досліджуваного показника за типу крони «французька вісь».

У дерев сорту Ред Топаз спостерігалася аналогічна закономірність, що і у сорту до сорту Флоріна, однак, більш вираженого характеру. У варіанті з формуванням крони за типом «французька вісь» питома продуктивність насаджень на одиницю об'єму крони була вищою у всі роки досліджень, за максимальної різниці у 2024 році – в 1,45 рази.

Таблиця 5.3

Питома продуктивність імунних сортів яблуні залежно від форми крони

Сорт	Форма крони	Питома продуктивність							
		на одиницю об'єму крони, кг/м^3				на одиницю площі живлення, кг/м^2			
		Роки							
		2023	2024	2025	середнє за 2023-2025 рр.	2023	2024	2025	середнє за 2023-2025 рр.
Флоріна	Французька вісь	3,25	1,39	0,80	1,81	9,53	4,49	2,89	5,64
	Струнке веретено (к)	3,11	1,34	0,65	1,70	8,71	4,35	2,44	5,17
$НІР_{05}$		22,1	23,1	23,9	15,3	1,6	1,0	2,9	0,5
Моді	Французька вісь	2,15	1,34	0,80	1,43	6,30	4,29	2,68	4,42
	Струнке веретено (к)	2,95	1,31	0,75	1,67	8,46	4,29	2,61	5,12
$НІР_{05}$		22,4	7,5	12,2	8,3	3,1	2,9	1,6	1,6
Ред Топаз	Французька вісь	3,50	3,57	1,36	2,81	8,87	9,18	4,36	7,74
	Струнке веретено (к)	3,04	2,46	1,30	2,27	8,51	8,07	4,34	6,97
$НІР_{05}$		3,9	42,9	26,8	40,3	1,0	1,3	1,3	3,4

За усередненими даними, у дерев з кроною «французька вісь» питома продуктивність насаджень на одиницю об'єму крони була достовірно вищою.

Подібна тенденція спостерігалася у всіх досліджуваних сортів при розрахунку питомої продуктивності насаджень на одиницю площі живлення залежно від форми крони. За формування крони «французька вісь» значення питомої продуктивності насаджень на одиницю площі живлення у дерев сортів Флоріна та Ред Топаз впродовж ведення досліджень були стабільно вищими, за максимуму значень показника у 2023 році для сорту Флоріна, та у 2024 році – для Ред Топаз. За усередненими даними питома продуктивність насаджень у розрахунку на одиницю площі живлення у дерев сортів Флоріна та Ред Топаз з типом крони «французька вісь» відповідно на 0,47 та 0,77 кг/м^2 перевищувала аналогічні дані отримані у дерев з кроною «струнке веретено».

Формування типу крони «струнке веретено» у дерев сорту Моді сприяло збільшенню в 1,3 рази питомої продуктивності насаджень у розрахунку на одиницю площі живлення у 2023 році, проте, в інші досліджувані періоди відмінності у значеннях показника за різних типів формування крони були статистично недостовірними. У середньому питома продуктивність насаджень у розрахунку на одиницю площі живлення у дерев сорту Моді з кроною «струнке веретено» була вищою на 0,6 кг/м^2.

Результати дисперсійного аналізу (рис. 5.2) свідчать про достовірний вплив форми крони дерев на питому продуктивність насаджень імунних сортів. У розрахунку на одиницю об'єму крони у дерев сортів Флоріна та Ред Топаз питома продуктивність насаджень з типом крони «французька вісь» на 10,5 і 19,0 % відповідно перевищувала значення показника отриманого в результаті формування крони за типом «струнке веретено». Натомість, питома продуктивність дерев сорту Моді сформованих за типом «струнке веретено» істотно переважала показник дерев сформованих за типом «французька вісь». Отримані результати свідчать, що на питому продуктивність дерев досліджуваних сортів вагомий вплив здійснює не лише

форма крони, а і інші фактори, зокрема реакція сорту та сортопідщепного комбінування.

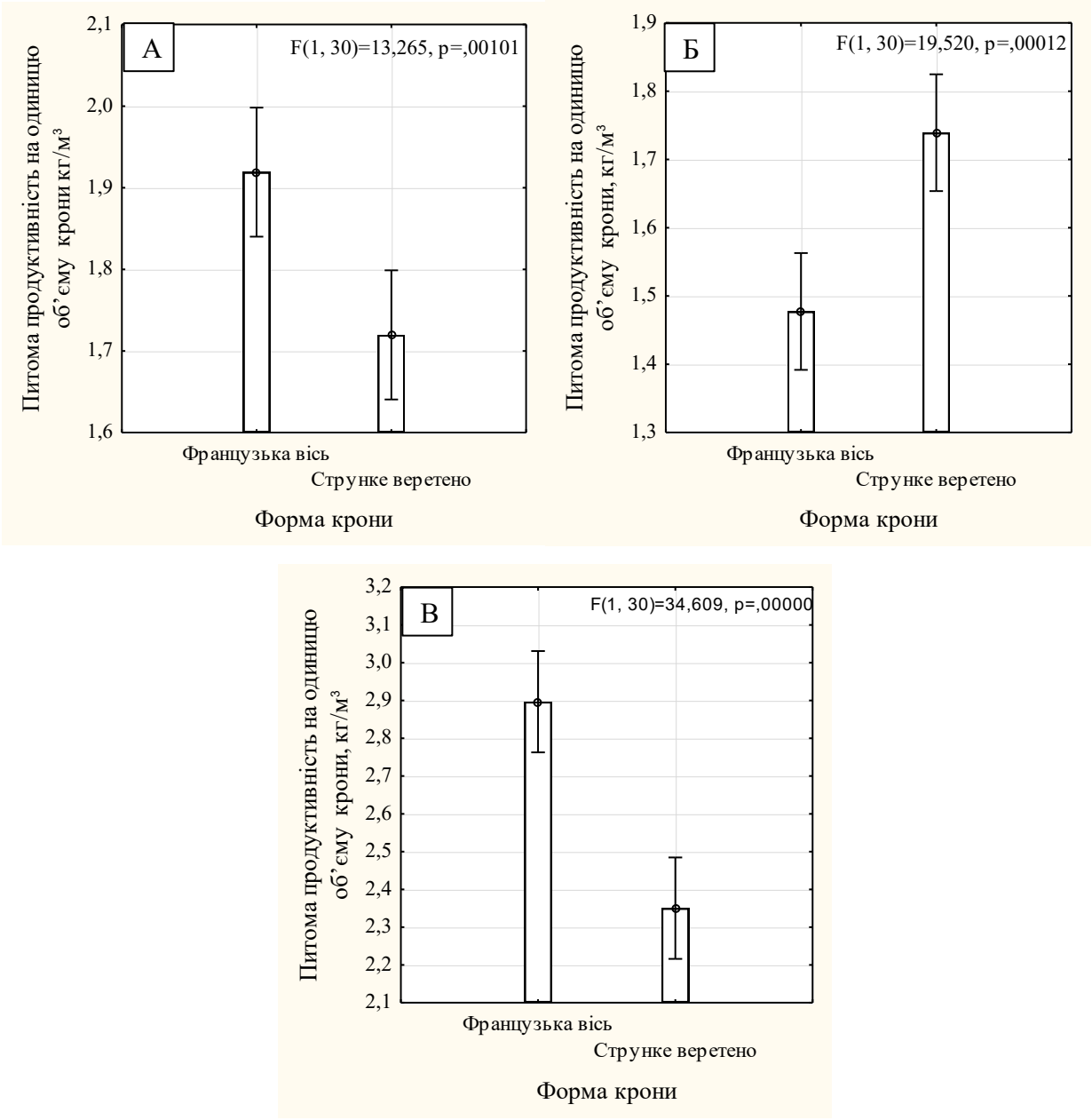


Рис. 5.2. Питома продуктивність насаджень імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз (результати дисперсійного аналізу)

Отже, формування дерев імунних сортів яблуні за типом «струнке веретено» забезпечує на 8,6-22,1 % вищу врожайність, тоді «французька вісь» сприяє більш стабільному плодоношенню. Форма крони достовірно впливає і на питому продуктивність насаджень: у дерев сортів Флоріна та Ред Топаз

більш ефективним було формування за типом «французька вісь», тоді як у сорту Моді перевагу забезпечувала система «струнке веретено».

5.3. Особливості товарних показників урожаю імунних сортів яблуні залежно від форми крони

Дослідження середньої маси плоду імунних сортів яблуні показали істотну залежність значень показника від форми крони дерев (табл. 5.4). У дерев сорту Флоріна найбільшою середньою масою плоду вирізнялися плоди сформовані за типом крони «французька вісь» 2025 року врожаю, що в 1,5 рази перевищувало значення середньої маси плоду дерев цього ж сорту сформованих за типом «струнке веретено» за цей же період. Впродовж ведення досліджень спостерігалася тенденція до поступового збільшення середньої маси плоду у дерев сорту Флоріна з типом крони «французька вісь».

Таблиця 5.4

Середня маса плоду яблуні залежно від форми крони, г

Сорт	Форма крони	Роки			Середнє
		2023	2024	2025	
Флоріна	Французька вісь	160,0	174,0	176,0	179,6
	Струнке веретено (к)	124,0	142,0	116,0	127,3
$НІР_{05}$		16,1	20,0	4,4	12,5
Моді	Французька вісь	170,0	186,0	210,0	188,7
	Струнке веретено (к)	120,0	132,0	117,0	123,0
$НІР_{05}$		6,20	2,6	17,2	9,10
Ред Топаз	Французька вісь	180,0	190,0	233,0	201,0
	Струнке веретено (к)	120,0	130,0	147,0	132,3
$НІР_{05}$		14,6	15,3	21,1	11,4

Максимальна середня маса плоду у дерев цього сорту з типом крони «струнке веретено» зафіксована у 2024 році. За усередненими даними, середня маса плоду сорту Флоріна сформованих за типом крони «французька вісь» в 1,4 рази переважала значення показника дерев з кроною типу «струнке веретено».

Середня маса плоду у дерев сорту Моді за формування крони – «французька вісь» за усередненими даними складала 188,7 г, за мінімального значення зафіксованого у 2023 році. За формування крони типу «струнке веретено» дерева цього сорту мали за усередненими даними в 1,5 рази меншу середню масу плоду за максимальної у 2024 році, що на 15 г менше мінімуму зафіксованого у 2025 році.

Подібна до попередньо встановленої закономірності спостерігалася у дерев сорту Ред Топаз с формою крони «французька вісь», де спостерігалося поступове збільшення середньої маси з досягненням максимуму в 2025 році. За формування крони «струнке веретено» дерева цього сорту мали істотно нижчу середню масу за мінімальної у 2025 році – 117 г. Середнє значення маси плоду за цього варіанту формування крони в 1,5 рази поступалося значенню аналогічного показника дерев з формою крони «французька вісь».

Результати дисперсійного аналізу свідчать про достовірний вплив форми крони дерев на середню масу плоду (рис. 5.3). У дерев з типом крони «французька вісь» у всіх досліджуваних сортів яблуні середня маса плоду на 29,1-34,1 % перевищувала значення показника насаджень з формою крони «струнке веретено».

Отже, формування крони дерев яблуні імунних сортів типу «французька вісь» сприяє утворенню більш крупних плодів (на 29,1-34,1 %, залежно від сорту) проти крони «струнке веретено».

Дослідженнями встановлено значні коливання виходу плодів за товарними сортами залежно від форми крони дерев (табл. 5.5). Вихід продукції вищого товарного сорту у насадженнях яблуні сорту Флоріна за

формування крони «французька вісь» за період ведення досліджень коливався в межах 62,4-75,1 %, за максимального значення показника у 2025 році.

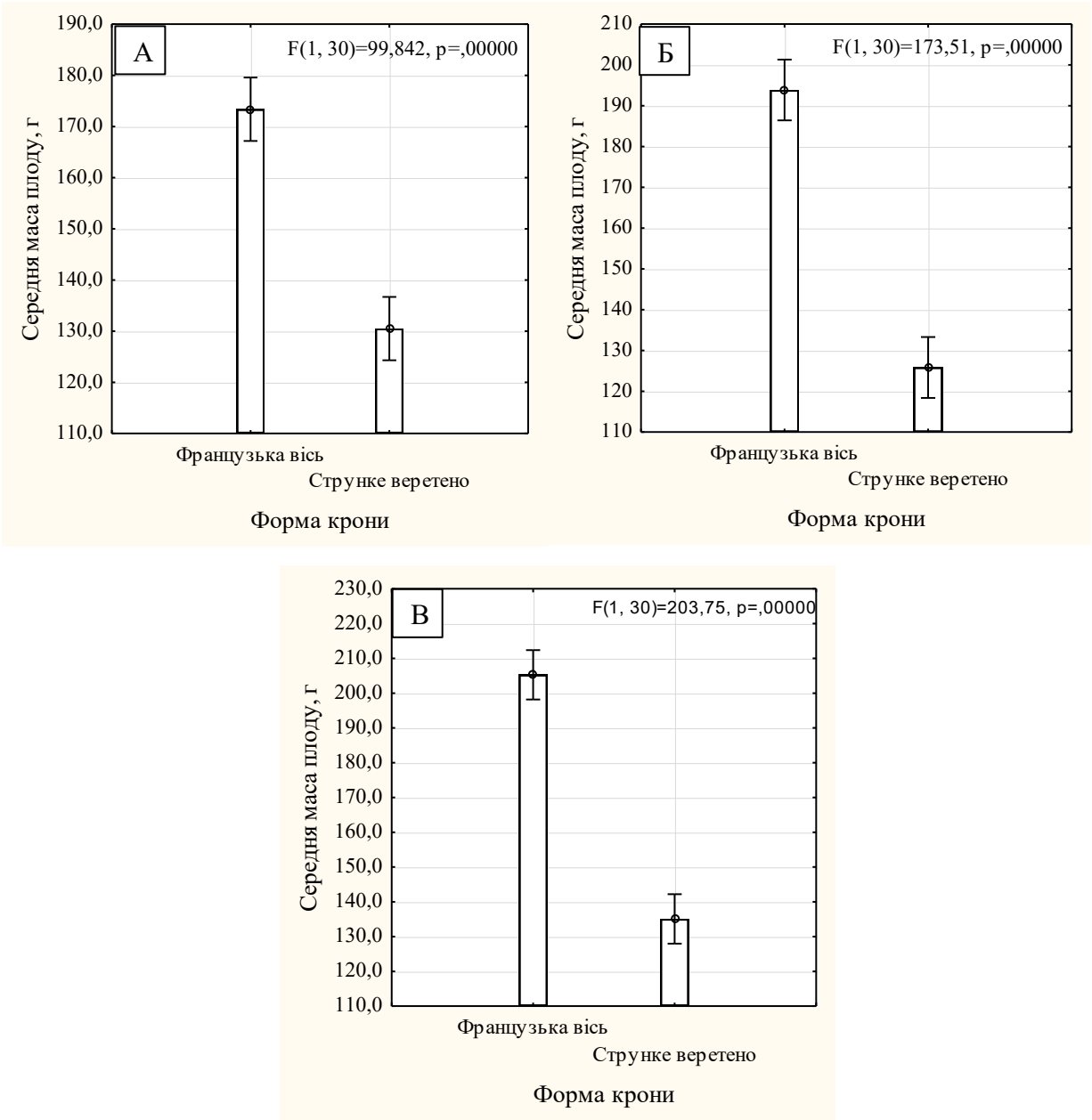


Рис. 5.3. Середня маса плоду імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді, В – Ред Топаз (результати дисперсійного аналізу)

Формування крони дерев цього сорту за типом «струнке веретено» сприяло зниженню виходу вищого товарного сорту плодів на 4,5-9,6 %. За

усередненими даними за формування крони «французька вісь» вихід вищого товарного сорту складав 69,2 %, що на 7,1 % перевищувало значення показника за форми крони «струнке веретено».

Таблиця 5.5

Товарна оцінка плодів імунних сортів яблуні залежно від типу крони

Сорт	Форма крони	Вихід плодів, %											
		Вищий			перший			другий			нестандарт		
		2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
Флоріна	Французька вісь	62,4	70,0	75,1	24,6	20	14,9	12,3	9,3	9,2	0,7	0,7	0,8
	Струнке веретено (к)	52,8	65,5	68,0	26,2	19,5	21	20,2	14	10,2	0,8	1,0	0,8
Моді	Французька вісь	60,3	62,0	65,1	21,7	21	19,9	17,6	16,4	14,7	0,4	0,6	0,3
	Струнке веретено (к)	51,3	58,2	60,5	23,7	17,8	14,5	24,6	23,5	24,6	0,4	0,5	0,4
Ред Топаз	Французька вісь	54,5	58,2	62,4	27,5	24,8	23,6	15,4	14,7	12	2,6	2,3	2,0
	Струнке веретено (к)	48,3	52,6	58,0	21,7	23,4	20	27,7	21,5	19,4	2,3	2,5	2,6

Вихід першого товарного сорту яблук сорту Флоріна в насадженнях сформованих за типом «струнке веретено» на 1,6-6,1 % перевищувало аналогічне значення показника в насадженнях з формою крони «французька вісь», з різницею за усередненими даними на рівні 2,4 %. Вихід II товарного сорту в насадженнях сформованих за типом «струнке веретено» був на 1,0-7,9 % (4,5 % за усередненими даними) вищим проти показника насаджень з формою крони «французька вісь». Частка нестандартної продукції у сорту Флоріна впродовж ведення досліджень не перевищувала 1 % та не залежала від форми крони.

Подібна закономірність спостерігалася і в насадженнях сорту Моді, де вихід продукції вищого товарного сорту за формування крони «французька

вісь» був на 3,8-9,0 % вищим проти аналогічного показника насаджень з формою крони «струнке веретено» за максимуму зафіксованого у 2025 році. За усередненими даними вихід вищого товарного сорту у насадженнях сформованих за типом «французька вісь» на 5,8 % переважав показник насаджень з типом крони «струнке веретено».

Частка продукції І товарного сорту у дерев сформованих за типом «французька вісь» у 2024-2025 рр. у середньому на 2,2 % перевищувала дані отримані за форми крони «струнке веретено». Вихід продукції ІІ товарного сорту у насадженнях сформованих за типом крони «струнке веретено» на 7,0-9,9 % перевищував значення аналогічного показника дерев з типом крони «французька вісь», за середньої різниці 8,0 %. Частка нестандартної продукції коливалася в межах 0,4-0,6 % та не залежала від форми крони.

Товарна оцінка плодів у насадженнях сорту Ред Топаз різнилася залежно від типу крони з перевищенням виходу вищого товарного сорту плодів вирощених за формування крони «французька вісь» на 4,4-6,2 % проти насаджень з формою крони «струнке веретено». Частка продукції вищого товарного сорту за усередненими даними складала 58,4 %, що на 5,4 % перевищувало значення показника в насадженнях з формою крони «струнке веретено».

Аналогічна тенденція спостерігається і у виході І товарного сорту, де формування крони за типом «французька вісь» на 1,4-5,8 % перевищувало значення досліджуваного показника, з максимальною різницею у 2023 році. Натомість, вихід продукції ІІ товарного сорту за формування цього ж типу крони був нижчим на 7,4-12,3 %, за середньої різниці 8,8 %. Частка нестандартної продукції впродовж ведення досліджень складала 2,0-2,6 % та не залежала від форми крони.

Таким чином, формування крони дерев за типом «французька вісь» сприяло зав’язуванню більш крупних плодів (на 29,1-34,1 %, залежно від сорту), збільшенню виходу продукції вищого товарного сорту у середньому на 5,8-7,1 % у всіх досліджуваних сортів, І товарного сорту на 2,2-3,6 % у

насадженнях сортів Моді та Ред Топаз. Частка ІІ товарного сорту переважала в насадженнях з формою крони «струнке веретено».

5.4. Вплив форми крони дерев імунних сортів яблуні на показники хімічного складу плодів

Дослідження хімічного складу плодів яблуні свідчать про певні коливання показників залежно від форми крони (табл. 5.6).

У плодів сорту Флоріна масова частка сухих розчинних речовин складала 13,5-15,8 % за максимального значення показника у плодів в насадженнях з формою крони «струнке веретено». За формування крони «французька вісь» плоди накопичували істотно менший вміст сухих розчинних речовин у 2024-2025 рр., за максимуму зафіксованому у сезоні 2023 року, що зумовлено суттєвим перевищенням середньомісячної температури повітря у серпні - на 2,8, а у вересні - на 3,9 ºС за нестачі опадів у літні місяці та вересні. У 2025 рр. вміст сухих розчинних речовин в плодах був нижчим, що пов’язано з меншими коливаннями температурного режиму та кращим розподілом опадів. За усередненими даними впродовж ведення досліджень плоди вирощені в насадженнях з типом крони «струнке веретено» накопичували на 0,7 % вищий вміст сухих розчинних речовин.

В насадженнях сорту Моді максимальний вміст сухих розчинних речовин плоди накопичили у сезоні 2023 року за формування крони дерев за типом «струнке веретено» за достовірної різниці у значенні досліджуваного показника плодів з насаджень з формою «струнке веретено» у 2025 році. В середньому, вміст сухих розчинних речовин плодів сорту Моді з насаджень з формою крони «струнке веретено» на 0,5 % перевищував значення показника насаджень з формою крони «французька вісь».

Аналогічна закономірність до підвищення вмісту сухих розчинних речовин в плодах, вирощених в насадженнях з формою крони «струнке веретено» спостерігалася і в плодах сорту Ред Топаз з достовірною різницею у всі роки на рівні 0,5-0,6 % за максимуму досягнутому у 2023 році. .

Таблиця 5.6

Показники хімічного складу плодів яблуні імунних сортів залежно від форми крони

Показники квітування	Форма крони	Масова частка, %											
		сухих розчинних речовин				Цукрі				титрованих кислот			
		Роки											
		2023	2024	2025	середнє за 2023-2025 рр.	2023	2024	2025	середнє за 2023-2025 рр.	2023	2024	2025	середнє за 2023-2025 рр.
Флоріна	Французька вісь	15,6	14,2	13,5	14,4	12,9	11,3	10,7	11,6	0,38	0,45	0,46	0,43
	Струнке веретено (к)	15,8	15,6	13,8	15,1	13,0	11,8	11,5	12,1	0,36	0,40	0,40	0,39
$НІР_{05}$		0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,10	0,10	0,10	0,10
Моді	Французька вісь	15,4	15,1	14,2	14,9	12,6	12,1	11,7	12,1	0,30	0,38	0,40	0,36
	Струнке веретено (к)	15,8	15,6	14,8	15,4	12,9	12,8	12,0	12,6	0,28	0,36	0,38	0,34
$НІР_{05}$		0,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,10	0,10	0,10	0,10
Ред Топаз	Французька вісь	14,3	13,6	12,8	13,6	12,4	10,5	10,8	11,2	0,35	0,40	0,42	0,39
	Струнке веретено (к)	14,8	14,2	13,2	14,1	12,8	10,8	11,9	11,8	0,38	0,38	0,38	0,38
$НІР_{05}$		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,10	0,10	0,30	0,10

У середньому за період досліджень різниця складала 0,5 % з перевагою значень показника з насаджень з формою крони «струнке веретено».

Результати дисперсійного аналізу свідчать про істотні відмінності за вмістом сухих розчинних речовин в плодах залежно від форми крони дерев сортів Флоріна та Моді, за відсутності цієї різниці у плодах сорту Ред Топаз. Плоди, вирощені в насадженнях з формою крони «струнке веретено» мали, в середньому, на 0,6 % вищий вміст сухих розчинних речовин.

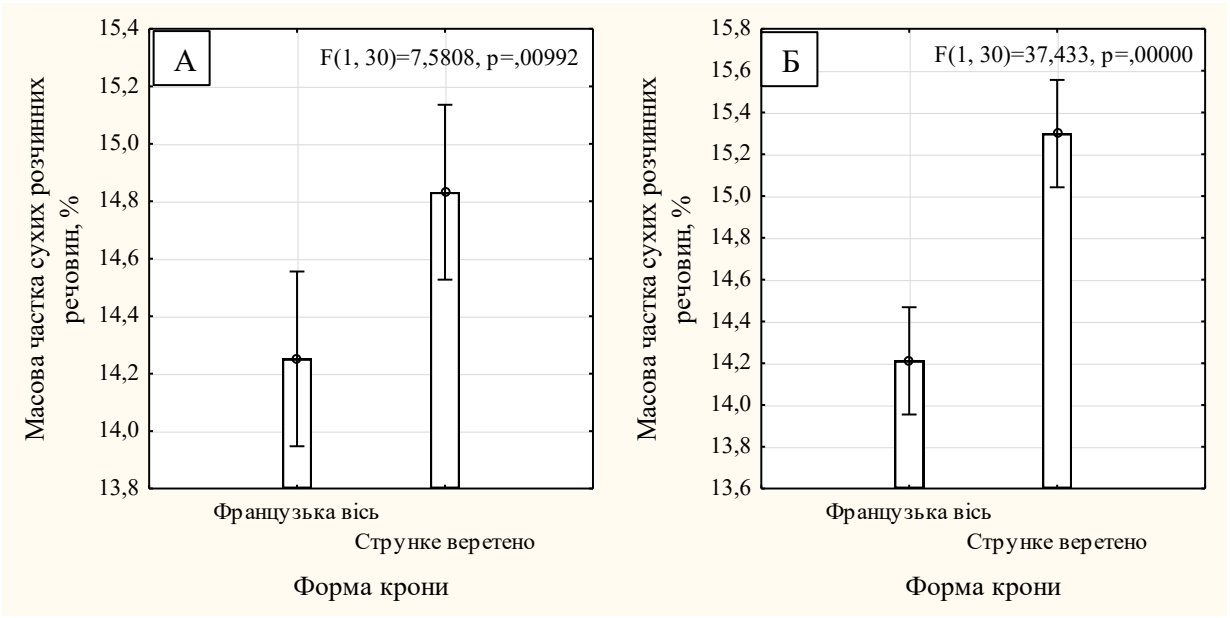


Рис. 5.4. Масова частка сухих розчинних речовин плодів імунних сортів яблуні залежно від сорту та типу крони: А – Флоріна, Б – Моді (результати дисперсійного аналізу)

Аналогічна тенденція до впливу типу формування крони спостерігалася і в дослідженнях масової частки цукрів. Зокрема, в плодах сорту Флоріна вирощених в насадженнях з формою крони «струнке веретено» в масова частка цукрів у 2024-2025 рр. достовірно перевищувала (на 0,5-0,8%) значення аналогічного показника плодів вирощених з формою крони дерев типу «французька вісь» за досягнутого максимального значення у 2023 році. У середньому за період досліджень різниця склала 0,5 % на користь плодів вирощених з формою крони «струнке веретено».

У плодів сорту Моді впродовж ведення досліджень спостерігалася достовірна різниця між масовою часткою цукрів з перевагою плодів вирощених за формування крони дерев типу «струнке веретено», за максимального значення показника у 2023 році – 12,9 %. За усередненими даними значення показника в плодах вирощених в насадженнях типу «французька вісь» на 0,5 % поступалася плодам, вирощених з типом крони «струнке веретено».

Формування дерев за типом «струнке веретено» сприяло збільшенню вмісту цукрів і в плодах сорту Ред Топаз достовірно у всі роки досліджень з різницею за усередненими даними на 0,6 % за максимуму у 2023 році.

Масова частка титрованих кислот в плодах коливалася в межах 0,36-0,46 % у плодів сорту Флоріна, з деякою перевагою плодів вирощених за типом крони «французька вісь», однак, за відсутності достовірної різниці залежно від типу крони. Максимальний вміст титрованих кислот виявлено в плодах у 2025 році – 0,46 %.

У плодів сорту Моді спостерігалася аналогічна тенденція до вищого вмісту титрованих кислот (на 0,02%) в плодах вирощених за типу формування крони «французька вісь» впродовж ведення досліджень, проте, різниця не була суттєвою.

Масова частка титрованих кислот в плодах сорту Ред Топаз узгоджувалася із закономірностями виявленими у сортів Флоріна та Моді, де за типом формування крони «французька вісь» накопичено їхній вміст на 0,02-0,03 % вищий проти типу крони «струнке веретено», однак, за відсутності статистично достовірної різниці між варіантами досліду як за даними окремих сезонів вирощування, так і за усередненими.

Отже, плоди яблуні імунних сортів вирощених за формування крони «струнке веретено» накопичували, у середньому, на 0,6 % вищий вміст сухих розчинних речовин за статистичного достовірної різниці у сортів Флоріна та Моді, на 0,5-0,8 % вищий вміст цукрів у всіх досліджуваних сортів за відсутності достовірної різниці залежно від типу крони за вмістом

титрованих кислот.

Висновки до розділу 5

1. Формування крони дерев за типом «струнке веретено» забезпечує більшу кількість квіток у дерев сортів Флоріна та Моді, зав'язі – у всіх досліджуваних сортів з рівнем корисної зав'язі що в 1,2-1,5 разів перевищує значення показника дерев з типом крони «французька вісь». Формування крони дерев за типом «французька вісь» сприяє більшій стабільності досліджуваних показників, що забезпечує кращий баланс між ростом і плодоношенням.

2. Формування дерев імунних сортів яблуні за типом «струнке веретено» забезпечує на 8,6-22,1 % врожайність вищу, тоді «французька вісь» сприяє більш стабільному плодоношенню. Питома продуктивність насаджень вища у дерев сортів Флоріна та Ред Топаз з типом крони «французька вісь», тоді як у сорту Моді – «струнке веретено».

3. Формування крони дерев за типом «французька вісь» збільшує крупність плодів (на 29,1-34,1 %, залежно від сорту), підвищує вихід вищого товарного сорту у середньому на 5,8-7,1 % у всіх досліджуваних сортів та I товарного сорту на 2,2-3,3 % у насадженнях сортів Моді та Ред Топаз. В насадженнях з формою крони «струнке веретено» більша частка II товарного сорту.

4. Плоди яблуні імунних сортів вирощених за формування крони «струнке веретено» накопичують, у середньому, на 0,6 % вищий вміст сухих розчинних речовин за статистичного достовірної різниці у сортів Флоріна та Моді, на 0,5-0,8 % вищий вміст цукрів у всіх досліджуваних сортів за відсутності достовірної різниці залежно від типу крони за вмістом титрованих кислот.

Результати досліджень, висвітлені в розділі опубліковані в працях: 201-206.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМИ КРОНИ

Системи формування крони яблуні визначають щільність розміщення рослин, характер освітлення листкового апарату, архітектоніку плодових утворень, рівень механізації виробничих процесів і, відповідно, економічні показники функціонування саду. Раціональний вибір форми крони у поєднанні з біологічними особливостями імунних сортів є передумовою стабільної врожайності, швидкого вступу в товарне плодоношення та оптимізації строків окупності інвестицій.

Аналіз економічних показників вирощування імунних сортів яблуні свідчить про суттєві відмінності економічної ефективності залежно від форми крони (табл. 6.1). Найвищу врожайність з урахуванням товарності забезпечив сорт Ред Топаз – 13,29 т/га за формування крони «французька вісь», тоді як за форми крони «струнке веретено» урожайність була на 4,3 % нижчою. У сорту Флоріна формування крони за типом «струнке веретено» сприяло збільшенню врожайності на 6,3 % порівняно з «французькою віссю», тоді як у сорту Моді – на 3,5 %.

За однакової середньої ціни реалізації (15 000 грн/т) обсяг валової продукції в цінах реалізації прямо корелював із рівнем урожайності. Найвищий показник отримано у насадженнях сорту Ред Топаз – 199294 грн/га за формування крони «французька вісь».

Виробничі затрати на вирощування плодів сортів Флоріна та Моді практично не різнилися, що зумовлено однаковим віком насаджень, площею живлення і близьким рівнем врожайності. Максимальні виробничі затрати зафіксовані при вирощуванні плодів сорту Ред Топаз – на рівні 123,5 тис. грн/га, що пояснюється вищою щільністю садіння дерев, потребою в опорній системі, більшими обсягами товарної продукції та затратами на збирання й післязбиральну доробку продукції.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування імунних сортів яблуні залежно від форми крони

(середнє за 2023–2025 рр.)

Показник	Флоріна		Моді		Ред Топаз	
	французька вісь	струнке веретено (к)	французька вісь	струнке веретено (к)	французька вісь	струнке веретено (к)
Урожайність з урахуванням товарності, т/га	4,8	5,10	4,00	4,14	13,29	12,74
Вихід плодів вищого та І сорту, %	89,0	84,3	83,3	75,3	83,7	74,7
Середня ціна реалізації, грн/т	15000,0	15000	15000	15000	15000	15000
Валова продукція в реалізаційних цінах, грн/га	72490,5	76532,5	60000,0	62037,0	199294,0	191072,0
Виробничі затрати, грн/га	106560,3	106500,0	106339,0	106367,2	123596,0	123563,7
Собівартість, грн/т	22049,9	20873,5	26584,8	25718,6	9302,5	9700,3
Прибуток, грн/га	50440,6	55659,0	33415,2	36318,4	189991,5	181371,7
Рівень рентабельності, %	47,3	52,3	31,4	34,1	153,7	146,8

За вирощування сорту Флоріна найнижчу собівартість 1 т плодів отримано з кроною «струнке веретено» – 20873,5 грн/т, що на 5,3 % поступалося значенням показника насаджень з формою крони «французька вісь». Розрахунок собівартості виробництва 1 т плодів сорту Моді показав зниження значення досліджуваного показника на 3,3 % при формуванні крони «струнке веретено» проти «французька вісь». Натомість, у сорту Ред Топаз собівартість виробництва плодів за формування крони «французька вісь» на 4,3 % поступалася значенню аналогічного показника насаджень з формою крони «струнке веретено».

Найвищий прибуток отримано за вирощування плодів сорту Ред Топаз – 189991,5 грн/га за формування крони типу «французька вісь», тоді як при формуванні «струнке веретено» він був на 8619,8 грн/га нижчим. Рівень рентабельності за обох типів формування крони становив відповідно 153,7 % та 146,8 %, що свідчить про досить високу економічну доцільність вирощування даного сорту на підщепі М.9.

У насадженнях сорту Флоріна з формою крони «струнке веретено» прибуток був на 10,3 % вищим, ніж за формування «французька вісь», а рівень рентабельності зріс із 31,4 % до 52,3 %. У сорту Моді відмічена подібна тенденція до зростання прибутку на 8,7 % і рентабельності на 2,7 % при формуванні крони за типом «струнке веретено».

Таким чином, для насаджень сорту Ред Топаз економічно ефективнішою виявилася форма крони «французька вісь», яка забезпечила вищу врожайність та прибуток. Для сортів Флоріна та Моді більш економічно доцільною виявилась система формування крони «струнке веретено», що забезпечила зниження собівартості на 1176,4 - 866,1 та підвищення рентабельності на 4,9 – 2,7 % . Найвищу економічну ефективність вирощування забезпечує сорт яблуні Ред Топаз незалежно від форми крони.

ВИСНОВКИ

1. Система формування крони «французька вісь» позитивно впливає на розвиток провідних тканин однорічних пагонів та сприяє покращенню морфометричних параметрів листків: у дерев сорту Флоріна – формуванню найбільш розвинених провідних тканин та потовщених листків, Моді – збільшення товщини листкової пластинки. Помологічний сорт Ред Топаз має найслабше розвинені анатомічні структури.

2. Формування крони дерев за типом «французька вісь» переважно сприяє розвитку більш потужних генеративних утворень, тоді як «струнке веретено» – збільшує загальну кількість пагонів, в тому числі плодових утворень. Нижня крони характеризується більшою кількістю плодових утворень за обох типів її формування. Інтенсивність органогенезу змішаних бруньок імунних сортів яблуні залежить як від формування крони дерев, так і від особливостей сорту та погодних умов року.

3. Більш стійкими до весняних заморозків є квітки дерев яблуні сформованих за типом крони «струнке веретено», де ступінь пошкодження був нижчим на 1,3-4,8 % для маточок та на 3,8-8,7 % для інших частин квітки.

4. Освітленість дерев яблуні з формою крони «французька вісь» в різних за висотою частинах крони вища на 6,5-11,5 % у дерев сорту Флоріна, 5,4-25,8 % – Моді та 26,5-28,1 % – Ред Топаз. Форма крони достовірно впливає на освітленість у дерев сорту Флоріна на висоті 1,5 м, у Моді – 1 та 1,5 м та у дерев сорту Ред Топаз на усіх рівнях крони. На висоту дерева типу формування крони справляє істотний вплив у сорту Ред Топаз.

5. Формування крони за типом «струнке веретено» сприяє більшому нарощуванню діаметру штамбу яблуні з різницею 2-7,2 мм залежно від сорту, тоді як «французька вісь» – активнішому росту пагонів. У дерев, сформованих за типом «французька вісь» середня довжина пагона була більшою на 11,3-16,7 %.

6. Формування дерев яблуні за типом крони «французька вісь» сприяє

нарощуванню на 32-35 % більшої асиміляційної поверхні, потовщенню листкової пластинки на 7,7-30,1 %, накопиченню в 1,2-1,6 рази більшої суми хлорофілів, на 9,7-18,8 % вищої чистої продуктивності фотосинтезу та фітомаси. Дерева сортів Флоріна та Ред Топаз з типом крони «струнке веретено» мали більші обсяги фітомаси винесеної з обрізуванням.

7. Формування крони дерев за типом «струнке веретено» забезпечує більшу кількість квіток у дерев сортів Флоріна та Моді, зав'язі – у всіх досліджуваних сортів з 1,2-1,5 рази вищим рівнем корисної зав'язі. Формування крони дерев за типом «французька вісь» забезпечує кращий баланс між ростом і плодоношенням.

8. Формування дерев імунних сортів яблуні за типом «струнке веретено» забезпечує на 8,6-22,1 % вищу врожайність, тоді «французька вісь» сприяє більш стабільному плодоношенню. Питома продуктивність насаджень вища у дерев сортів Флоріна та Ред Топаз з типом крони «французька вісь», тоді як у сорту Моді – «струнке веретено».

9. Формування крони дерев за типом «французька вісь» збільшує на 29,1-34,1 % крупність плодів, підвищує вихід продукції на 5,8-7,1 % для вищого товарного сорту у всіх досліджуваних сортів та на 2,2-3,3 % I товарного сорту у насадженнях сортів Моді та Ред Топаз. Плоди яблуні імунних сортів вирощених за формування крони «струнке веретено» накопичують на 0,6 % вищий вміст сухих розчинних речовин, на 0,5-0,8 % –цукрів за відсутності достовірної різниці за вмістом титрованих кислот.

10. Найбільш економічно ефективною для насаджень сорту Ред Топаз є форма крони «французька вісь», для сортів Флоріна та Моді – «струнке веретено». Найвищу економічну ефективність вирощування забезпечує сорт яблуні Ред Топаз незалежно від форми крони.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для виробничого випробування в умовах Правобережного Лісостепу України рекомендувати вирощувати сорт Флоріна на підщепі ММ.106 (схема садіння 5х2 м) із формуванням крони «струнке веретено»; сорт Моді на підщепі 54.118 (схема садіння 5х2 м) із формуванням крони «струнке веретено»; сорт Ред Топаз на підщепі М.9 (схема садіння 4х1 м) із формуванням крони «французька вісь»

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козіна Т.В. Потенціал садівництва та напрями його ефективного використання в умовах Поділля. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2023. №38. С. 20-25.

2. Apple Production by Country 2025. https://worldpopulationreview.com/country-rankings/apple-production-by-country

3. Лужанський В. Оцінка балансу попиту та пропозиції на ринку яблук та продуктів їх переробки в Україні. Економіка та суспільство. 2024. Випуск 60.

4. Галат Л. М. (2022). Тенденції і перспективи маркетингового розвитку виробництва яблук в Україні. Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка. 2022. №11. С. 22-31.

5. Державна служба статистики України. https://www.ukrstat.gov.ua/

6. Виробництво зерняткових культур у 2022-2023 рр. https://ukrsadvinprom.com/novyny/analityka/virobnitstvo-zernyatkovikh-kultur-u-2022-2023-rr.

7. Жук В. М., Кіщак О. А., Жук В. В. Комплексна оцінка імунних до парші сортів яблуні в інтенсивних насадженнях на підщепі М. 9. People and the world: global problems of human development: The XIV International Scientific and Practical Conference, December 18-20, 2023, Prague, Czech Republic. P. 30.

8. Höfer M., Flachowsky H., Schröpfer S., Peil A. Evaluation of scab and mildew resistance in the gene bank collection of apples in Dresden-Pillnitz. Plants. 2021. Vol.10(6). 1227.

9. Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М. Товарна якість плодів яблуні колоноподібного типу. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування. 2022. №2. 96.

10. FAOSTAT. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

11. Vasylieva N., Harvey J. Production and trade patterns in the world apple market. Innovative Marketing. 2021. Vol.17(1). 16.

12. Eyduran S. P., Akın M., Çelik Ş., Aliyev P., Aykol S., Eyduran E. Forecasting apple production in Turkey. Erwerbs-Obstbau. 2022. Vol. 64(1). P. 9-14.

13. Głos H., Bryk H., Michalecka M., Puławska J. The recent occurrence of biotic postharvest diseases of apples in Poland. Agronomy. 2022. Vol. 12(2). 399.

14. Wilson J. K., Biddinger D., Epstein D., Nielsen A., Phan N., Walgenbach J., Joshi N. K. Best management practices for pollinator protection in US apple production. Promoting pollination and pollinators in farming (eds. P. Kevan, S. Chen). Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK. 2022. P. 341-358.

15. Названі найзатребуваніші сорти яблук для експорту. https://agrotimes.ua/ovochi-sad/nazvani-najzatrebuvanishi-sorty-yabluk-dlya-eksportu/.

16. O'Rourke D. Economic importance of the world apple industry. The apple genome. 2021. P. 1-18.

17. Furmanczyk E. M., Parveaud C. E., Jacquot M., Warlop F., Kienzle J., Kelderer M., ... Malusà E. An overview of pest and disease occurrence in organic pome fruit orchards in Europe and on the implementation of practices for their control. Agriculture. 2022. Vol. 12(12). 2136.

18. Messmer M. M., Vonzun S., Schaefer F., Raaijmakers M., Rey F., Chable V., ... Bruszik A. Liveseed-Improving The Performance Of Organic Agriculture By Boosting Organic Seed And Plant Breeding Efforts Across Europe. 2021.

19. Chen M., Wang F., Zhang Z., Fu J., Ma Y. Characterization of fungi resistance in two autotetraploid apple cultivars. Scientia horticulturae. 2017. Vol. 220. P. 27-35.

20. Mohamed O. A., Rithesh L., Kumar A. Harnessing innate immunity: PR proteins expression in Malus domestica as an important defense mechanism against scab incited by Venturia inaequalis. Journal of Plant Diseases and Protection. 2025. Vol. 132(1). P.1-11.

21. Wójcik D., Marat M., Marasek-Ciołakowska A., Klamkowski K., Buler Z., Podwyszyńska M., ... Filipczak J. Apple autotetraploids-Phenotypic characterisation and response to drought stress. Agronomy. 2022. Vol. 12(1). 161.

22. Mohamed O. A., Rithesh L., Kumar A. Harnessing innate immunity: PR proteins expression in Malus domestica as an important defense mechanism against scab incited by Venturia inaequalis. Journal of Plant Diseases and Protection. 2025. Vol. 132(1). P.1-11.

23. Peil A., Kellerhals M., Höfer M., Flachowsky H. Apple breeding from the origin to genetic engineering. FruitVeg Cereal Sci. Biotechnol. 2011. Vol. 5. P. 118–138.

24. Cova V., Paris R., Toller C., Patocchi A., Velasco R., Komjanc M. Apple genes involved in the response to Venturia inaequalis and salicylic acid treatment. Scientia Horticulturae. 2017. Vol. 226. P. 157-172.

25. Daniëls B, De landtsheer A, Dreesen R. et al. Real-time PCR as a promising tool to monitor growth of Venturia spp. in scab-susceptible and -resistant apple leaves. Eur J Plant Pathol. 2012. Vol. 134. P. 821-833.

26. Skoreyko A. Spread apple scab in the western region of Ukraine. Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Phytosanitary safety. 2016. Vol. (62). P. 232-238.

27. Švara A. Role of polyploidy in apple for resistance and defense induction against Venturia inaequalis, the causal agent of apple scab (Doctoral dissertation, Plant & Food Research). 2022. 165 p.

28. Кондратенко Т. Є. Сорти яблуні, стійкі до грибних хвороб К. : Манускрипт-АСВ, 2011. 60 с.

29. Bus VGM, Rikkerink EHA, Caffier V. et al. Revision of the nomenclature of the differential host-pathogen interactions of Venturia inaequalis and Malus. Annu Rev Phytopathol. 2011. Vol. 49. P. 391-413.

30. Скорейко А. М. Захист яблуні від парші у Західному Лісостепу України. Захист і карантин рослин. 2017. Р. 151-155.

31. Podwyszyńska M., Markiewicz M., Broniarek-Niemiec A., Matysiak B., Marasek-Ciolakowska A. Apple autotetraploids with enhanced resistance to apple scab (Venturia inaequalis) due to genome duplication-phenotypic and genetic evaluation. International Journal of Molecular Sciences. 2021. Vol. 22(2). 527.

32. Masny S. Occurrence of Venturia inaequalis races in Poland able to overcome specific apple scab resistance genes. Eur. J. Plant Pathol. 2017. Vol. 147. P. 313–323.

33. Hradchenko S., Pikovskyi M. Ефективність біологічних препаратів проти парші та борошнистої роси яблуні. Plant and Soil Science. 2023. Vol.14(4). P. 76-85.

34.Švara A., Ilnikar K., Carpentier S., De Storme N., De Coninck B., Keulemans W. Polyploidy affects the development of Venturia inaequalis in scab-resistant and-susceptible apple cultivars. Scientia Horticulturae. 2021. Vol. 290. 110436.

35. Švara A., De Storme N., Carpentier S., Keulemans W., De Coninck B. Phenotyping, genetics, and "-omics" approaches to unravel and introgress enhanced resistance against apple scab (Venturia inaequalis) in apple cultivars (Malus× domestica). Horticulture Research. 2024. Vol.11(2). uhae002.

36. Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 Concerning the Placing of Plant Protection Products on the Market. 2020. OJ L 309. Available online: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:EN:PDF

37. Patocchi A., Wehrli A., Dubuis P.H., Auwerkerken A., Leida C., Cipriani G., Paasey T., Staples M., Didelot F., Philion V. et al. Ten years of VINQUEST: First insight for breeding new apple cultivars with durable apple scab resistance. Plant Dis. 2020. Vol.104. P. 2074–2081.

38. Zelmene K., Kārkliņa K., Ikase L., Lācis G. Inheritance of apple (Malus× domestica (L.) Borkh) resistance against apple scab (Venturia inaequalis (Cooke) Wint.) in hybrid breeding material obtained by gene pyramiding. Horticulturae. 2022. Vol. 8(9). 772.

39. Кондратенко Т.Є., Кондратенко П.П., Гончарук Ю.Д. Адаптивні властивості поширених сортів та зональні особливості у формуванні споживчих якостей плодів. Основи адаптивних технологій вирощування яблуні в Україні: монографія; за ред. І.В. Гриника. Київ: ПП «Санспарель», 2020. С. 22 – 44.

40. Crosby J. A., Janick J., Pecknold P. C., Korban S. S., O'Connor P. A., Ries S. M., ... Voordeckers A. Breeding apples for scab resistance: 1945-1990. Fruit Breeding and Genetics. 1990. 317. P.43-70.

41. Болдижева Л.Д., Гончарук Ю.Д. Перспективні вітчизняні та поширені інтродуковані сорти яблуні. Основи адаптивних технологій вирощування яблуні в Україні: монографія; за ред. І.В. Гриника. Київ: ПП «Санспарель», 2020. С. 45 – 57.

42. Crosby J., Janick J., Pecknold P., Korban S., O′Connor P., Ries S., Goffreda J., and Voordeckers A., Breeding apples for scab resistance: 1945–1990, Fruit Varieties Journal. 1992. Vol. 46. No. 3. P. 145-166.

43. Brown, S. K., Maloney, K. E. An update on apple cultivars, brands and club-marketing. New York Fruit Quarterly. 2013. Vol. 21(1). P. 3-10.

44. Zelmene K., Kārkliņa K., Ikase L., Lācis G. Inheritance of apple (Malus× domestica (L.) Borkh) resistance against apple scab (Venturia inaequalis (Cooke) Wint.) in hybrid breeding material obtained by gene pyramiding. Horticulturae. 2022. Vol. 8(9). 772.

45. Khajuria Y. P., Kaul S., Wani A. A., Dhar M. K. Genetics of resistance in apple against Venturia inaequalis (Wint.) Cke. Tree genetics & genomes. 2018. Vol. 14(2). 16.

46. Bus V.G.M., Rikkerink E.H.A., Caffier V., Durel C.E., Plummer K.M. Revision of the Nomenclature of the Differential Host-Pathogen Interactions of Venturia inaequalis and Malus. Annu. Rev. Phytopathol. 2011. Vol. 49. P. 91-413.

47. Peil A., Howard N. P., Bühlmann-Schütz S., Hiller I., Schouten H., Flachowsky, H., Patocchi A.. Rvi4 and Rvi15 are the same apple scab resistance genes. Molecular Breeding. 2023. Vol.43(10). 74.

48. Gessler C., Pertot I. Vf scab resistance of Malus. Trees. 2012. Vol. 26. P. 95-108.

49. Барабаш Л. О., Кривошапка В. А., Жук В. М. Перспективні сорто-підщепні комбінування яблуні (Malusdomestica Borkh.) в умовах північного Лісостепу України. Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і

практика: Матеріали ІІІ Міжнародної наукової інтернет-конференції (20-22 жовтня 2021 р.). 2021. С.156-158.

50. Гулько Б., Вуйцик Н. Ріст і розвиток саджанців імунних до парші сортів яблуні в розсаднику на різних клонових підщепах. Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія. 2014. №18. С. 231-235.

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

52. Гончарук Ю. Д. Морфологічні особливості генеративних бруньок імунних до парші сортів яблуні (Malus domestica Borkh.) у передзимовий період. Садівництво. 2012. Випуск 66. 282.

53. Гончарук Ю. Д. Імунні до парші сорти яблуні для ведення адаптивного садівництва. International scientific conference. Lublin, the Republic of Poland December 28–29, 2021. Publishing House “Baltija Publishing”. 2022. P.47-51.

54. Красуля Т. І. Добір вихідного матеріалу для створення стійких до парші сортів яблуні. Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VIII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2023», 2 березня 2023 р., с. Крути, Чернігівська обл.). ДС «Маяк» ІОБ НААН: 2023. С. 166-169.

55. Sosna I. Estimation of productive value of Czech origin scab-resistant apple cultivars on different rootstocks. Journal of Horticultural Research. 2014. Vol. 22(2). P.115-121.

56. Żurawicz E., Lewandowski M., Rutkowski K. P., Pruski K. Productivity of selected Polish scab resistant apple cultivars grown on different rootstocks. In XIII Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 2011. P. 141-146.

57. Красуля Т.І. Сорти яблуні (Malus Domestica Mill.) як джерела селекційно цінних ознак. Генетичні ресурси рослин. 2021. №28. С. 90-97.

58. Petre V., Petre G., Asănică A. Performance in breeding scab resistant apple varieties at Research and Development Station for Fruit Growing Voinești. 2020.

59. Univer T., Ikase L. Breeding apple scab resistant cultivars in Estonia. XV EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 2019, June. 1307. P. 7-12.

60. Petre G., Comănescu D. N., Asănică A. Growth and fruiting potential of some apple varieties with genetic resistance to disease, grown in high density system. Scientific Papers. Series B. Horticulture. 2017. 61.

61. Pitera E. Growth and initial bearing of scab resistant apple cultivars under conditions of limited fungicide use. Phytopathologia Polonica. 2006. Vol. 39. P. 47-52.

62. Kruczyńska D. E., Rutkowski K. P. Quality and storage of Czech scab resistant apple cultivars. Phytopathol. Pol. 2006.Vol. 39. P. 53-61.

63. Preda L. F., Butcaru A. C., Stănică F. Behaviour of some new apple scab resistant cultivars cultivated in Bucharest area. Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXIV. 2020. No.1. P. 174-182.

64. Jänsch M., Paris R., Amoako-Andoh F., Keulemans W., Davey M. W., Pagliarani G., ... Patocchi A. A phenotypic, molecular and biochemical characterization of the first cisgenic scab-resistant apple variety 'Gala'. Plant molecular biology reporter. 2014. Vol. 32. P. 679-690.

65. Vanblaere T, Flachowsky H, Gessler C, Broggini GAL Molecular characterization of cisgenic apple lines of the cultivar 'Gala' carrying the HcrVf2 scab resistance gene. Plant Biotechnol J. 2013. Vol. 12(1). P. 2-9.

66. Beber M. Characteristcs of scab resistant apple cultivars. Inovacije u voćarstvu. II Savetovanje, Tema Savetovanja: Unapređenje proizvodnje jabučastog voća, Beograd, Srbija, 11 - 12. februar 2009. Zbornik radova. 2009. P.129-138.

67. Đorđević B. S., Đurović D. B., Zec G. D., Radović A. B., Vulić T. B.. Biochemical properties and susceptibility to fire blight (Burrill) of scab-resistant apple cultivars (Borkh.). Folia Horticulturae. 2019. Vol.31(2). P. 253-261.

68. Djouvinov V. Results of phenological studies on scab-resistant apple cultivars. Beginning of vegetation and blooming period. Rasteniev'dni Nauki. 2003. Vol. 40. No.5. P. 408-414.

69. Lukić M., Marić S. Biological properties of apple cultivars' Rajka'and'Topaz'resistant to Venturia inaequalis (Cooke) Wint. 2012. Vol. 46. № 179/180. P. 83-90

70. Гончарук Ю.Д. Збалансованість фотосинтезу та репродуктивних процесів у різних за походженням імунних до парші сортів яблуні. Вісник аграрної науки. 2014. №7. С. 24-28.

71. Гаврилюк О.С., Бондаренко Ю.С., Бойчук Г.Ю., Петренко Д.В Формування продуктивності сортів яблуні за умов Київщини. Наукові доповіді НУБіП України. 2022. № 1 (95).

72. Tóth M., Gracza P. Anatomical study of the leaves and petioles of scab resistant and susceptible apple cultivars. International Journal of Horticultural Science. 2005. Vol. 11(3). P. 13–17.

73. Varga D., Udvardy L. (2010). Comparative anatomical study of leaf tissues of scab resistant and susceptible apple cultivars. International Journal of Horticultural Science. Vol. 16(5). P. 43-45.

74. Leca A., Rouby F., Saudreau M., Lacointe A. Apple leaf wettability variability as a function of genotype and apple scab susceptibility. Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 260. 108890.

75. Robinson T.L. Can we manage light interception levels above 70% in apple orchards? Acta Hortic. 2017. Vol.1177. P. 79–86.

76. Anthony B., Serra S., Musacchi S. Optimization of Light Interception, Leaf Area and Yield in “WA38”: Comparisons among Training Systems, Rootstocks and Pruning Techniques. Agronomy. 2020. Vol. 10. 689.

77. Чаплоуцький А. М., Буцик Р. М. Формування продуктивності дерев яблуні залежно від способу та строку обрізування дерев. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2023. Випуск 103 Частина 1. С. 69-76.

78. Ushkempirova G., Urazayeva M., Kazybayeva S., Yefremova Y. Influence of rejuvenating pruning on the potential productivity of the apple tree. Research on Crops. 2023. Vol.24(3). P. 515-522.

79. Chaploutskyi A., Yakovenko R., Butsyk R., Polunina A., Zabolotnyi O. Parameters of apple tree crowns depending on the crown shape and pruning time. Scientific Horizons. 2023. Vol. 26(4). P. 65-74.

80. Заморський В. В. Формування продуктивності яблуні залежно від рівня освітленності крони. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Ч.1. Агрономія. 2010. Випуск 74. С. 275-280.

81. Tustin D. S., Breen K. C., Van Hooijdonk B. M. Light utilisation, leaf canopy properties and fruiting responses of narrow-row, planar cordon apple orchard planting systems–A study of the productivity of apple. Scientia Horticulturae. 2022. Vol. 294. 110778.

82. Chaploutskyi A. Productivity of the apple tree depending on the form of the crown and the term of pruning. Proceedings of the XXVIII International Scientific and Practical Conference. Melbourne, Australia. 2023. P. 9-10.

83. Lordan J., Francescatto P., Dominguez L. I., Robinson T. L. Long-term effects of tree density and tree shape on apple orchard performance, a 20 year study-Part 1, agronomic analysis. Scientia Horticulturae. 2018. Vol. 238. P. 303-317.

84. Kviklys D., Viškelis J., Liaudanskas M., Janulis V., Laužikė K., Samuolienė G., ... Lanauskas J. Apple fruit growth and quality depend on the position in tree canopy. Plants. 2022. Vol. 11(2). 196.

85. Wang Z., Lan P., Sun F. Correlation research on the structure of the apple tree vigor and its fruit quality. In New Developments of IT, IoT and ICT Applied to Agriculture: Proceedings of ICAIT 2019. Springer Singapore. 2021. P. 55-63.

86. Kapłan M., Klimek K., Borkowska A., Buczyński K. Effect of Growth Regulators on the Quality of Apple Tree Whorls. Applied Sciences. 2023. Vol. 13(20). 11472.

87. Zhang C., Chen Z., Yang G., Xu B., Feng H., Chen R., ... Yang H. Removal of canopy shadows improved retrieval accuracy of individual apple tree

crowns LAI and chlorophyll content using UAV multispectral imagery and PROSAIL model. Computers and Electronics in Agriculture. 2024. Vol. 221. 108959.

88. Coupel-Ledru A., Pallas B., Delalande M., Segura V., Guitton B., Muranty H., ... Costes E. Tree architecture, light interception and water-use related traits are controlled by different genomic regions in an apple tree core collection. New Phytologist. 2022. Vol. 234(1). P. 209-226.

89. Amrilloevna G. F., Rustam Y. Studying the different formations of apple trees in intensive orchards. European Journal of Agricultural and Rural Education. 2021. Vol. 2(4). P. 55-58.

90. Colette Bond, Stella Cubison. Julie Tant. Crowing. Manial, USA 2010, P. 31-53.

91. Заморський В. В. Особливості морфогенезу у культивованих представників роду Malus Mill.(яблуні) залежно від екологічних факторів. Автохтонні та інтродуковані рослини. 2013. Vol. (9). P. 72-78.

92. Mohammadi A., Mahmoudi M.J., Rezaee R. Vegetative and reproductive responses of some apple cultivars (Malus domestica Borkh.) to heading back prunning. International Journal of AgriScience. 2013. Vol.3(8). P. 628–635.

93. Li C., Zhang H., Wang Q., Chen Z. Influencing factors of cutting force for apple tree branch pruning. Agriculture. 2022. Vol.12(2). 312.

94. Holb I. J. Effect of pruning on apple scab in organic apple production. Plant disease. 2005. Vol. 89(6). P. 611-618.

95. Zahid A., Mahmud M. S., He L., Schupp J., Choi D., Heinemann P. (2022). An apple tree branch pruning analysis. HortTechnology. Vol. 32(2). P. 90-98.

96. Bîlici I., Balan V., Balan P., Vamașescu S. The driving of apple trees in the shape of a slender spindle. Annals of the university of Craiova. 2019. P. 272-276.

97. Xu W., Su Z., Feng Z., Xu H., Jiao Y., Yan F. Comparison of conventional measurement and LiDAR-based measurement for crown structures. Computers and Electronics in Agriculture. 2013. Vol. 98. P. 242-251.

98. Чаплоуцький А. М. Продуктивність дерев яблуні залежно від форми крони та строку обрізування. Вісник наукових праць УНУС. 2023. №1. С. 40–43.

99. Chaploutskyi A., Polunina O., Kucher I., Chetskyi B., Borysenko V., Zabolotny O. The Growth Activity and Productivity of Apple Trees Depending on the Form of the Crown and the Time of Pruning. Journal of Horticultural Research. 2023. Vol. 31(2). P. 55-63.

100. Havryliuk O., Kondratenko T., Mazur B., Tonkha O., Andrusyk Y., Kutovenko V., ... Dmytrenko Y. Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. Agronomy Research. Vol. 20(2). P. 241–260.

101. Silwal A., Davidson J.R., Karkee M., Mo C., Zhang Q., Lewis K. Design, integration, and field evaluation of a robotic apple harvester. J. Field Robot. 2017. Vol.34. P. 1140–1159.

102. He L., Schupp J. Sensing and automation in pruning of apple trees: A review. Agronomy. 2018. Vol.8(10). 211.

103. Bortolotti G., Perulli G., Boini A., Bresilla K., Bonora A., Venturi M., Manfrini L. Individual upright physiological traits in an apple Guyot training system. XII International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems. 2021. 1346. P. 353–358.

104. Омельченко І. К. Основи створення і продуктивного використання інтенсивних типів насаджень яблуні в Лісостепу України: Автореферат дис... д-ра с.-г. наук: 06.01. 07/Національний аграрний ун-т. 1999. 44 с.

105. Weber M. S. Optimizing tree density in apple orchards. The Compact Fruit Tree. 2000. Vol. 33(4). P. 119-122.

106. Buler Z., Mika A. Modifying apple spindle trees to improve fruit quality. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2015. Vol. 14(3). P.13–24.

107. Buler Z., Mika A. Evaluation of the ‘Mikado’tree training system versus the spindle form in apple trees. J. Fruit Ornam. Plant Res. 2004. Vol.12. P. 49-60.

108. Мельник О.В., Кравцова Я.О. Освітленість крони в насадженнях яблуні залежно від строку обрізування. Вестник Уманского национального университета садоводства. 2017. Vol.2. P. 67-71.

109. Szot I., Lipa T. Apple trees yielding and fruit quality depending on the crop load, branch type and position in the crown. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2019. Vol.18(2). P. 205-215.

110. Gandev S., Dzhuvınov V. Training and pruning of apple and modern trends of development–an overview. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 1(Özel Sayı-1). 2014. P. 1264-1267.

111. Balan V., Balan P., Bîlici I. 2018. Procedeu de formare a coroanei pomului de măr în formă de fus zvelt. Brevet de invenţie MD 1229 Z. 2018.09.30.

112. Buler Z., Mika A. The influence of canopy architecture on light interception and distribution in 'Sampion' apple trees. J. Fruit Ornam. Plant Res., 2009. Vol.17(2). P. 45–52.

113. Dorigoni A., Micheli F. Guyot training: a new system for producing apples and pears. Eur. Fruit Mag, 2. 2018. P. 18-23.

114. Yang S. J., Sagong D. H., Yoon T. M., Song Y. Y., Park M. Y., Kweon H. J. Vegetative growth, productivity, and fruit quality in tall spindle of'Fuji'/M. 9 apple trees. Horticultural Science & Technology. 2015. Vol. 33(2). P.155-165.

115. Мельник О.В. Перспективи мульти-провідникових дерев. Новини садівництва. 2017. №1 (95). С. 30.

116. Yang W., Ma X., Ma D., Shi J., Hussain S., Han M., Zhang D. Modeling canopy photosynthesis and light interception partitioning among shoots in bi-axis and single-axis apple trees (Malus domestica Borkh.). Trees. 2021.Vol.35. P. 845-861.

117. Chaploutskyi A. Productivity of apple leaves, depending on the shape of the crown and the pruning times. Journal of Native and Alien Plant Studies. 2024. Vol.20. P. 19-18.

118. Чаплоуцький А. Стан листкової поверхні залежно від форми крони та строку обрізування дерев яблуні. Інновації в садівництві: матеріали восьмої

всеукраїнської наукової sнтернет-конференції. 20 листопада 2024 року. Умань. 2024. С. 72.

119. Chaploutskyi A. Features of the growth of shoots of apple trees depending on the shape of the crown and the term of pruning. Innovative research and perspectives of the development of science and technology: The IV International Scientific and Practical Conference, January 29-31, 2024, Stockholm, Sweden. 2024. P. 12.

120. Чебан С. Д. Зимове обрізування яблуні. Сучасний рух науки: тези доп. V міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 7-8 лютого 2019 р. Дніпро. 2019. С. 380-382.

121. Tabakov S. G., Yordanov A. I. Comparative study of five scab resistant apple cultivars. Agricultural Sciences/Agrarni Nauki. 2024. Vol. 16(42).

122. Жук В.М., Кривошапка В.А., Барабаш Л.О. та ін. Енергоощадні технології вирощування яблуні. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20.Т. 3. С. 150 –165.

123. Кондратенко Т.Є., Гончарук Ю. Д. Особливості плодоношення та смакові якості плодів імунних до парші сортів яблуні нового покоління в умовах Лісостепу України. Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): Матеріали VI міжнародної наукової конференції. 2017. С. 120-123.

124. Благоева Т., Кришкова И. Ефективност от прилаганата резитба върху растежните прояви на ябълкови сортове. Bulgarian Journal of Crop Science/Rastenievdni Nauki. 2020. Vol.57(4).

125. Musacchi S., Bucci D., Ancarani V., Gagliardi F., Serra S.. Investigation of'modi®'habitus in relation to training systems. In X International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems. 2012. P. 121-128.

126. Gruca Z. Effect of training system on growth and yielding of trees of apple cultivars Topaz and Rubinola. 2004. Vol. 97. P. 273-279.

127. Sus J., Zeinerová R., Zíka L. Influence of the pruning system on the growth and productivity of slender spindle apple trees. Horticultural Science. 2018. Vol. 45(2).

128. Заморський В.В. Регулювання росту і плодоносіння яблуні. Умань, 2005. 55 с.

129. Kiprijanovski M., Ristevski B., Arsov T., Gjamovski V. Influence of planting distance to the vegetative growth and bearing of 'Jonagold' apple cultivar on 'MM106′ rootstock. I Balkan Symposium on Fruit Growing. ISHS: Plovdiv, Bulgaria, 2007. 825. P. 505-510.

130. Stănică F., Platon I. Effects of three planting systems on apple tree growth and productivity. IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems. ISHS: Geneva, NY, USA, 2008. 903. P. 651-655.

131. Омельченко І. К. Культура яблуні в Україні. К.: Урожай, 2013. 264 с.

132. Csihon Á., Gonda I., Vámos P., Barna D., Holb I. J. A preliminary study on some features of two new resistant apple cultivars in a multi-row planting system. International Journal of Horticultural Science. 2019. Vol. 25(3-4). P. 11-14.

133. Gelvonauskis B., Viskelis P., Duchovskis P., Bobinas C. Productivity and fruit quality of scab resistant apple cultivars and hybrids. Journal of fruit and ornamental plant research. 2006. Vol. 14 (Suppl. 2). P. 247-254.

134. Кондратенко Т. Є., Гончарук Ю. Д. Особливості плодоношення та смакові якості плодів імунних до парші сортів яблуні нового покоління в умовах Лісостепу України. Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): Матеріали VI міжнародної наукової конференції, 2017. С. 120-123.

135. Szklarz M. Evaluation of apple cultivars' resistance to apple scab (Venturia inaequalis Che.). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 2006. Vol. 14. P. 183-188.

136. Univer T., Ikase L. Breeding apple scab resistant cultivars in Estonia. In XV EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 2019. P. 7-12.

138. Sosna I. Estimation of productive value of Czech origin scab-resistant apple cultivars on different rootstocks. Journal of Horticultural Research. 2014. Vol. 22(2). P. 115-121.

139. Jönsson Å. Organic apple production in Sweden: cultivation and cultivars. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. 2007. 33 p.

140. Gavrilă M.F., Petre G., Comănescu D. The study of some apple genotypes with resistance to diseases candidate for obtaining new varieties. Annals of the university of Craiova, Biology, Horticulture, Food products processing technology, Environmental engineering. 2024. Vol. 29(65).

141. Gavrilă M. F., Petre G. New varieties of apples with genetic disease resistance, obtained at Voinesti Development Research Station for Fruit Growing. "Annals of the University of Craiova-Agriculture Montanology Cadastre Series". 2022. Vol. 52(1). P.139-148.

142. Petre G., Comănescu D. N., Petre V. Peculiarities of growth and fruitfulness of apple cultivars with genetic resistance to diseases grown under high density system. Scientific Papers. Series B, Horticulture. 2014. Vol. LVIII. P.75-79.

143. Blažek J. Response to diseases in new apple cultivars from the Czech Republic. J. Fruit Ornam. Plant Res. 2004. Vol.12. P. 241-250.

144. Blažek J., Hlušičková I. Influence of climatic conditions on yields and fruit performance of new apple cultivars from the Czech Republic. In XXVI International Horticultural Congress: Genetics and Breeding of Tree Fruits and Nuts. 200). P. 443-448.

145. Sosna I. Growth and cropping of several scab--resistant apple cultivars on six rootstocks. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2005. Vol. 4(1). P. 109-118.

146. Sosna I. Growth and cropping of some scab resistant apple cultivars on four rootstocks. 2003. Vol. 15. No.2. P.125-129.

147. Żurawicz E., Lewandowski M., Rutkowski K. P., Pruski K.. Productivity of selected Polish scab resistant apple cultivars grown on different rootstocks. XIII Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 2011. P. 141-146.

148. Żurawicz E., Lewandowski M., Broniarek-Niemiec A., Rutkowski K. Preliminary results on the production value of new scab-resistant apple cultivars bred at the Research Institute of Pomology and Floriculture (RIPF), Skierniewice, Poland. XI Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 2003. 663. P. 879–882.

149. Moriya S., Shimizu T., Hori A., Sawamura Y., Nesumi H. Recent progress of apple breeding at NARO in Morioka, Japan. In XVI EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 2023.P.193-198.

150. Жук В., Барабаш Л., Кривошапка В., Болдижева Л.. Ефективність вирощування перспективних сортів яблуні селекції Інституту садівництва НААН в інтенсивних насадженнях. Вісник аграрної науки. 2022. №100(2). P. 34-41.

151. Тарнавська К. П., Коваленко Т. М. Сортовивчення інтродукованих сортів яблуні (malus domestica borkh.) В умовах Подільської Дослідної Станції. Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 3 (26). С. 52-65.

152. Кондратенко Т.Є., Гончарук Ю. Д. Біохімічний склад плодів імунних до парші сортів яблуні (Malus domestica borkh.) та їх цільове призначення. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2011. Випуск 3 (60). С.133-140.

153. Militaru M., Bucarciuc V., Butac M. Fruit physico-chemical quality parameters of new introduced apple cultivars. Fruit Growing Research. 2021.Vol. 37. P. 39-44.

154. Sotirov D., Dimitrova S., Krishkova I., Sotirov D. Economic assessment of scab-resistant apple cultivars in Bulgaria. North American Academic Research. 2018. Vol.1(7), P.64-71.

155. Жук В., Барабаш Л., Кривошапка В., Болдижева Л. Технологічні і економічні аспекти створення інтенсивних насаджень імунних до парші сортів яблуні в умовах Лісостепу України. V Всеукраїнська науково-практична конференція «Плодовий сад – новітнє в теорії та практиці» 18 червня 2021 року. 2021. С. 27-31.

156. Orosz-Tóth M., Kincses S. The examination of flesh firmness in different apple varieties. Acta Agraria Debreceniensis. 2019. Vol. (2). P. 103-107.

157. Godec B. New scab resistant apple cultivars recommended in Slovenia. J Fruit Ornam Plant Res (special ed). 2004. Vol.12. P. 225-231.

158. Shah A. A., Gupta A. Antioxidants in Health and Disease with Their Capability to Defend Pathogens that Attack Apple Species of Kashmir. In Plant Antioxidants and Health. Cham: Springer International Publishing, 2022. P. 411-435.

159. Singh K. P., Singh A., Singh U. P. Phenolic acid content of some apple cultivars with varying degrees of resistance to apple scab. International Journal of Fruit Science. 2015. Vol.15(3). P. 267-280.

160. Vondráková Z., Malbeck J., Trávníčková A., Černý R., Cvikrová M.. Phenolic acids in selected scab-resistant and mildew-tolerant apple cultivars. Acta physiologiae plantarum. 2020. Vol.42. P. 1-10.

161. Mikulic Petkovsek M., Stampar F., Veberic R. 2009. Seasonal changes in phenolic compounds in the leaves of scab-resistant and susceptible apple cultivars. Canadian Journal of Plant Science. Vol.89(4). P. 745-753.

162. Orosz-Tóth M., Nemes-Kun A., Lowy D. A., Csihon Á., Sándor Z., Kincses I., Holb I. J. Comparison and Intercorrelation of Extraction Methods for Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Scab-Resistant Apple Cultivars. Agronomy. 2022. Vol.12(2). 289.

163. Orosz-Tóth M., Kincses S. Development of the antioxidant indexes (FRAP, TFC, TPC) of scabbing resistant apple varieties in storage. Acta Agraria Debreceniensis. 2020. Vol. (1). P. 89-94.

164. Chitarrini G., Lazazzara V., Lubes G., Agnolet S., Valls J., von Lutz H., ... Oberhuber M. Volatile profiles of 47 monovarietal cloudy apple juices from commercial, old, red-fleshed and scab-resistant apple cultivars. European Food Research and Technology. 2021. Vol.247(11). P. 2739-2749.

165. Rutkowski K. P., Kruczynska D. E., Plocharski W., Wawrzynczak A. Scab Resistant Apple Cultivars-Quality and Storage. In V International Postharvest Symposium 2004. 682. P. 681-686.

166. Effect of postharvest treatments on physiological disorders of Galant: a new scab resistant apple cultivar / D. Angeli, L. Turrini, F. Zeni, T. Roman // XIII

International Controlled and Modified Atmosphere Research Conference-CAMA 2021. 2021. Vol. 1386. P. 1-4.

167. Mieszczakowska-Frąc M., Płocharski W., Kruczyńska D., Markowski J. Scab resistant apple cultivars for juice production. Journal of Horticultural Research. 2021. Vol. 29(1). P. 23-34.

168. Kołodziejczyk K., Kosmala M., Milala J., Sójka M., Uczciwek M., Król B., ... Renard C. M. Characterisation of the chemical composition of scab-resistant apple pomaces. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2009. Vol. 84(6). P. 89-95.

169. Новак А.В., Новак Ю.В. Агрометеорологічні умови 2022–2023 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. Збірник наукових праць Уманського національного університету. Випуск 104. Частина 1. 2024. С. 127-136.

170. Новак А.В., Новак Ю.В. Агрометеорологічні умови 2023–2024 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. Збірник наукових праць Уманського національного університету. Випуск 106. Частина 1. 2025. С. 55-65.

171. Агрометеорологічний огляд по території Черкаської області за 2024–2025 сільськогосподарський рік. Черкаси, 2025. 41 с.

172. Preda L. F., Butcaru A. C., Mihai C. A., Stănică F. Apple Scab Resistant Cultivars Cultivated in Bucharest area-Fruits Characterization. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 2020. Vol. 24(3). P. 15-22.

173. Petkova N., Bileva T., Valcheva E., Dobrevska G., Grozeva N., Todorova M., Popov V. Bioactive compounds and antioxidant activity in apple fruits cultivar Florina. 2019. 25 (Suppl. 3). P. 13-18.

174. Petkova N. et al. Non-polar fraction constituents, phenolic acids, flavonoids and antioxidant activity in fruits from florina apple variety grown under different agriculture management. Nat. Life Sci. Commun. 2023. Vol. 22(1). e2023012.

175. Morariu P. A., Mureșan A. E., Sestras A. F., Tanislav A. E., Catalina D., Mareși E., ... Sestras R. E. A comprehensive morphological, biochemical, and sensory study of traditional and modern apple cultivars. Horticulturae. 2025. Vol.11(3). 264.

176. Warmund M. Disease-Resistant Apple Cultivars. https://extension.missouri.edu/publications/g6026.

177. Кондратенко Т. Є., Кондратенко П. В. Сорти яблуні, імунні до парші. Київ. Аграрна наука, 1996. 53 с.

178. Morariu P. A., MureȘAN A. E., Sestras A. F., Dan C., Andrecan A. F., Borsai O., ... Sestras R. E. The impact of cultivar and production conditions on apple quality. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2025. Vol. 53(1). P. 14046-14046.

179. Hulko B. Apple varieties suitable for organic production in Western Ukraine. Collection of scientific papers «SCIENTIA», (May 27, 2022; Stockholm, Sweden). 2022. P. 18-20.

180. Гулько Б. І., Гулько В. І. Сучасні сорти яблуні для органічного садівництва. Підготовка фахівців в умовах глобалізації: стан, тенденції та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. ДУ «НМЦ «Агроосвіта», 2018. С. 107–110.

181. Brown S., Maloney K. Update on new apple varieties, managed varieties and clubs. NY Fruit Q. 2018. Vol. 26(2). P. 5-10.

182. Brown S., Maloney K. Scab-resistant cultivars (varieties). NY Fruit Q. 2008. Vol.16(4). P. 3-6. https://fruit.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/36/2016/03/Scab-resistant-Cultivars-Varieties.pdf.

183. Forejtová V., Tyè D., Èerný R. Selected successful cultivars of the IEB apple breeding program. XVI EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 2023, September. 1412. P. 211-216.

184. Forejtová V., Tyè D. and Èerný R. Selected successful cultivars of the IEB apple breeding program. Acta Hortic. 2024. 1412. P. 211-216.

185. Station of Apple Breeding for Disease Resistance https://applebreeding.ueb.cas.cz/dessert-varieties/.

186. Gandev S., Dzhuvınov V. Training and pruning of apple and modern trends of development-an overview. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(Özel Sayı-1). 2014. P. 1264-1267.

187. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні / за ред. В. В. Волкодава. Київ: Алефа, 2005. Вип. 2, ч. 2 : Охорона прав на сорти рослин: офіц. бюл. 242 с.

188. Кондратенко П. В., Бублик М. О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ: Аграрна наука, 1996. 95 с.

189. Заморський В.В. Методика оцінки морфологічного стану насаджень яблуні: Методичні рекомендації. Умань, 2006. 51 с.

190. Спосіб розрахунку маси хлорофілу на одиницю площі насаджень: пат. 52443 Україна: A01G 7/00; заявл. 09.03.2010; опубл. 25.08.2010, Бюл. №16. 4 с.

191. ДСТУ 8133:2015. Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с.

192. ДСТУ 8402:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 12 с.

193. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2010. 22 с.

194. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. [Чинний від 2009-01-07]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2008. 12 с.

195. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал інновацій та результатів технологічних досліджень / [П.В. Кондратенко, М.О. Бублик, А.Н. Шестопаль, В.А. Рульєв та ін.]; за ред. О.М. Шестопаля. [2-е вид.]. К., 2006. 140с.

196. Заморський В.В., Литвиненко О.Б. Анатомічні особливості пагонів і листків яблуні залежно від сорту та форми крони. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань. 2025. Вип. 107. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 78-83.

197. Литвиненко О.Б. Динаміка росту пагонів імунних сортів яблуні. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань. 2025. Вип. 105. Ч. 1:Сільськогосподарські науки. С. 213-217.

198. Литвиненко О., Заморський В. Вплив форми крони на діаметр штамбу імунних сортів яблуні. Інновації в садівництві: матеріали дев'ятої Всеукраїнської наукової інтернет-конференції (20 листопада 2025 року). Умань, 2025. С. 46-77.

199. Литвиненко О., Заморський В. Рівень освітленості крони дерев імунних сортів яблуні залежно від способу формування. Сучасні аспекти раціонального землекористування: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (6-7 листопада 2025 року). Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 86-87.

200. Литвиненко О., Заморський В. Винесення поживних речовин фітомаси яблуні з обрізкою. Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-21 листопада 2025 року). Умань, 2025. С. 46-77.

201. Заморський В.В., Литвиненко О.Б. Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань. 2024. Вип. 104. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 243-248.

202. Литвиненко О., Заморський В. Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні. Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні: матеріали VII міжнародної наукової конференції, присвяченої Глобальному саміту миру (19-23 червня 2024 року) Умань. Видавець «Сочінський М. М.» С.122-125.

203. Литвиненко О. Механізовані застосунки для боротьби з бур'янами в інтенсивних насадженнях яблуні. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 03-28 лютого 2025 р.). ТДАТУ: Запоріжжя, 2025. С.193-194.

204. Литвиненко О. Особливості формування крон імунних сортів яблуні в інтенсивних насадженнях. Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва: матеріали доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених (20-21 березня 2025 року). Миколаїв, 2025. С. 60–62.

205. Литвиненко О. Екологічні аспекти вирощування сортів яблуні в сучасних садах. Філософія саду і садівництва в світовій культурі: джерела та новітні інтерпретації: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції. Умань, 2025. С. 387–389.

206. Литвиненко О, Заморський В. Продукційний процес імунних сортів яблуні в інтенсивних насадженнях. Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні: матеріали VIII міжнародної наукової конференції, присвяченої 170 -річчю від дня народження Миколи Феофановича Кащенка (22-25 червня 2025 року) Умань. Видавець «Сочінський М.М.». С.149-152.

ДОДАТКИ

Додаток А

Середня температура повітря(°С), сума опадів (мм) та відносна вологість повітря (%) за 2023-2025 рр.

Місяці	Роки			Середні багаторічні
	2023	2024	2025	
Середня температура повітря(°С)				
Січень	0,2	-1,6	2,1	-3,4
Лютий	-0,2	4,2	-3,9	-2,3
Березень	5,1	4,5	6,7	2,5
Квітень	8,8	13	10,3	9,7
Травень	15,4	15,3	13,1	15,4
Червень	19,6	21,2	19,3	19,0
Липень	21,3	24,3	22,4	20,9
Серпень	22,9	23,1	19,7	20,1
Вересень	18,4	19,7	16,2	14,5
Жовтень	11,7	10,8	8,4	8,3
Листопад	4,6	2,6		2,8
Грудень	1,2	0,4		-1,8
Всього за рік	10,8	11,5		8,8
Сума опадів (мм)				
Січень	6,0	29,8	12,4	38
Лютий	20,5	14,9	7,8	34
Березень	27,2	89,5	12,5	36
Квітень	129,6	56,2	26,9	41
Травень	42,4	41,8	101,8	52
Червень	15,8	56,5	11,2	81
Липень	92,5	17,9	112,3	68
Серпень	12,4	17,7	23,0	49
Вересень	4,2	12,1	51,8	61
Жовтень	33,5	99,4	91,3	43
Листопад	62,3	45,1		43
Грудень	55,0	610		40
Всього за рік	505,0	541,9		586
Відносна вологість повітря, %				
Січень	89	84	86	86
Лютий	81	80	74	85
Березень	72	76	67	82
Квітень	80	67	61	68
Травень	56	57	74	64
Червень	64	69	63	66
Липень	68	60	65	67
Серпень	65	56	53	68
Вересень	62	56	65	73
Жовтень	73	80	86	80
Листопад	82	80		87
Грудень	86	90		88
Всього за рік	73,2	71,3		76

Додаток Б

Довжина пагонів імунних сортів яблуні залежно від форми крони, см

Дата	Рік			
	2024 р.		2025 р.	
	Форма крони			
	французька вісь	струнке веретено	французька вісь	струнке веретено
Флоріна				
20 червня	11	10	16	14
30 червня	16	14	30	28
10 липня	18	16	38	34
20 липня	19	17	40	36
30 липня	21	18	44	42
10 серпня	26	22	60	58
20 серпня	28	24	68	64
30 серпня	32	26	75,0	70,0
Моді				
20 червня	17	15	25	20
30 червня	22	17	32	28
10 липня	24	19	48	37
20 липня	26	23	50	39
30 липня	32	28	59	48
10 серпня	34	30	65	58
20 серпня	36	32	68	62
30 серпня	42	38	74	71
Ред Топаз				
20 червня	12	9	12	10
30 червня	18	12	17	14
10 липня	20	14	25	20
20 липня	21	16	28	22
30 липня	23	17	32	24
10 серпня	28	20	45	30
20 серпня	30	22	47	32
30 серпня	35	24	50	38

"ПОГОДЖЕНО"
В.о. Ректора Уманського
національного університету
_____Олена ЯРОШИНСЬКА
"10" квітня 2026 р.

"ЗАТВЕРДЖЕНО"
Директор ПРАТ «Дружба ВМ»
_____Валерій ХВОРОСТОВСЬКИЙ
"10" квітня 2026 р.

АКТ
впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Литвиненка О.Б за темою: " Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні в умовах Правобережного Лісостепу України", виконаної в Уманському національному університеті, впроваджено в насадженнях яблуні ПРАТ «Дружба ВМ».

1. **Вид впровадження** – агротехнічні заходи з формування крони дерев яблуні та їх вплив на продуктивність імунного сорту Ред Топаз.
2. **Характеристика масштабів впровадження –** формування крони дерев яблуні на вегетативних підщепах на площі 5 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – формування крони по типу «французька вісь» забезпечило підвищення продукційного потенціалу насаджень імунного сорту Ред Топаз.
4. **Економічний ефект:** для насаджень сорту Ред Топаз форма крони «французька вісь» забезпечила вищу врожайність (20,45 т/га) та прибуток (3245000 грн/га).
5. **Соціальний і науково-технічний ефект –** підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за використання розробленої автором системи формування крони «французька вісь».

Уманський національний університет
Відповідальний за впровадження
аспірант кафедри плодівництва
і виноградарства Уманського НУ
_____Олег ЛИТВИНЕНКО
«10» квітня 2026 р.

ПРАТ «Дружба ВМ»
Головний агроном
_____Володимир БАЙДА
«10» квітня 2026 р.

"ПОГОДЖЕНО"
В.о. Ректора Уманського
національного університету
_____ Олена ЯРОШИНСЬКА
"10" квітня 2026 р.

"ЗАТВЕРДЖЕНО"
Т.в.о Директора ТОВ «ВКФ»ОКТАН»
_____ Олексій ДУДКЕВИЧ
"10" квітня 2026 р.

АКТ
впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Литвиненка О.Б за темою: "Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні в умовах Правобережного Лісостепу України", виконаної в Уманському національному університеті, впроваджено в насадженнях яблуні ТОВ «ВКФ» ОКТАН».

1. **Вид впровадження –** агротехнічні заходи з формування крони дерев яблуні та їх вплив на продуктивність імунного сорту Моді.
2. **Характеристика масштабів впровадження –** формування крони дерев яблуні на вегетативних підщепах на площі 3 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – формування крони по типу «струнке веретено» забезпечило підвищення продукційного потенціалу насаджень імунного сорту Моді.
4. **Економічний ефект:** для насаджень сорту Моді форма крони «струнке веретено» забезпечила вищу врожайність (10,25 т/га) та прибуток (156000 грн/га).
5. **Соціальний і науково-технічний ефект –** підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за використання розробленої автором системи формування крони «струнке веретено».

Уманський національний
університет
Відповідальний за впровадження
аспірант кафедри плодівництва
і виноградарства Уманського НУ
_____ Олег ЛИТВИНЕНКО
«10» квітня 2026 р.

Т.в.о. Директора ТОВ «ВКФ»
ОКТАН»
_____ Олексій ДУДКЕВИЧ
«10» квітня 2026 р.

"ЗАТВЕРДЖЕНО"
В.о. Ректора Уманського національного університету
_____Олена ЯРОШИНСЬКА
"10" квітня 2026 р.

АКТ
впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Литвиненка О.Б. за темою: " Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні в умовах Правобережного Лісостепу України ", впроваджено в насадженнях яблуні навчально-виробничого відділу Уманського НУ

1. **Вид впровадження –** агротехнічні заходи з формування крони дерев яблуні та їх вплив на продуктивність імунних сорті Флоріна, Моді та Ред Топаз.
2. **Характеристика масштабів впровадження –** формування крони дерев яблуні на вегетативних підщепах на площі 4 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – формування крони по типу «французька вісь» забезпечило підвищення продукційного потенціалу насаджень сорту Ред Топаз, а формування по типу «струнке веретено» - імунних сортів Флоріна, Моді.
4. **Економічний ефект:** найвища врожайність (13,29 т/га) встановлена в насадженнях сорту Ред Топаз за форми крони «французька вісь» та забезпечила прибуток (2106441 грн/га).
5. **Соціальний і науково-технічний ефект –** підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за використання розробленої автором системи формування крони «французька вісь» у сорту Ред Топаз та «струнке веретено у сортів Флоріна та Моді.

Уманський національний університет садівництва
Відповідальний за впровадження аспірант кафедри плодівництва і виноградарства Уманського НУ
_____Олег ЛИТВИНЕНКО
«10» квітня 2026 р.

Навчально-виробничий відділ Уманського НУ
Завідувач навчально-виробничого відділу Уманського НУ
_____Роман ДЛУГОБОРСЬКИЙ
«10» квітня 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Інститутська, 1 м. Умань, Черкаська обл., 20301
тел.: (04744) 4-69-89, 3-20-11 Факс: (04744) 3-20-41, 3-53-18
E-mail: udau@udau.edu.ua Web: www.udau.edu.ua код ЄДРПОУ 00493787

«20» 04. 2026 № 876/01-10

На №_____від_____

Про впровадження результатів
науково-дослідної
роботи у навчальний процес УНУ

Довідка

Видана аспіранту кафедри плодівництва і виноградарства Уманського національного університету Литвиненку О.Б. в тому, що результати його дисертаційної роботи за темою: "Формування крони та продуктивність імунних сортів яблуні в умовах Правобережного Лісостепу України» впроваджено в навчальний процес курсів "Плодівництво" і «Спеціальне плодівництво» для студентів із спеціальностей 203 Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство та "Плодівництво" спеціальності 201 Агрономія першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Проректор з науково-педагогічної роботи Михайло МАЛЬОВАНИЙ