

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІНТЕНСИВНИХ НАСАДЖЕНЬ ІМУННИХ ДО ПАРШІ СОРТІВ ЯБЛУНІ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ ЧАСТИНИ ЗАХІДНОГОЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ЖУК В.М. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0009-0005-3891-1410

Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України

ЖУК В.В. – аспірант

orcid.org/0009-0003-2707-0690

Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. У світовому плодівництві за виробництвом плодів яблуна посідає друге місце, поступаючись лише бананам, а в Україні вона є основною плодовою культурою [1]. За останні десятиліття вирощування плодів цієї культури надзвичайно розвинулося за рахунок створення високоінтенсивних типів насаджень на карликових і напівкарликових підщепах. Такі насадження завдяки створенню компактної крони при щільності розміщення від 2244 до 6000 дер./га забезпечують швидке нарощування врожаю до 25–58, а в окремих випадках – 150–200 т/га [2]. Високоінтенсивні системи спрямовані на ранній початок плодоношення з отриманням більшої частки яблук екстра-класу. Однак існують певні недоліки цієї системи, такі як дорогі інвестиції, вищі витрати на ведення бізнесу протягом року та скорочений життєвий цикл насаджень [3]. Крім того зростаюча залежність від зовнішніх ресурсів, таких як вода, добрива та синтетичні пестициди несе значний негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Тому у світі з'являється все більше ініціатив, які відкривають шлях до більш стійких органічних та малозатратних систем вирощування яблук, які передбачають координацію між досягненням економічної вигоди та рівнем негативного впливу на навколишнє середовище [4, 5, 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на менший вплив на навколишнє середовище, за органічного вирощування продукції збільшуються трудові затрати на 12–20 % і можливе зниження врожайності насаджень. Таке виробництво плодів яблуні може мати кращі економічні показники через використання імунних та стійких до парші сортів та вищі ринкові ціни на продукцію. Ці сорти не потребують надмірної кількості фунгіцидних обробок, а тому в насадженнях дозволять зменшити негативний техногенний вплив на довкілля при експлуатації інтенсивних насаджень [5, 7, 8, 9]. Одним з найбільш результативних досягнень двадцятого століття було створення в різних країнах сортів з найвищим біологічним потенціалом за однією з основних господарсько-цінних ознак. Серед них Аріва, Афродіта, Гермінда, Голдраш, Ліберті, Моді, Оріон, Луна, Пріма, Примула, Ревена, Рено, Рішельє, Топаз, Флоріна, Фрідом та інші. Відповідна селекційна

робота виконувалась і в Україні. До Державного реєстру в 2006 р. були занесені такі сорти Інституту садівництва як Едера, Гарант, Перлина Києва, Амулет, Скіфське золото. Отримані нові сорти крім імунітету до парші майже всі стійкі до борошнистої роси, відрізняються поєднанням гармонійного смаку та аромату, привабливим зовнішнім виглядом. Серед них літні – Малуша, Паланка, Настя; зимові – Тодес, Берегиня, Соломія, Дожниця та Дміана [10].

На сьогодні в світі та Україні для виробництва яблук існують і виклики пов'язані з поточною зміною клімату. В зонах плодівництва дедалі частіше проявляються такі екстремальні погодні явища як нерівномірний розподіл опадів, сильні дощі, що чергуються з тривалими періодами посухи та стійкі високі літні температури. Такі кліматичні зміни підривають стійкість садових систем, що базуються на слаборослих підщепах з обмеженою кореневою системою. З огляду на це в Європі вже починають думати про зміну існуючих моделей сільського господарства, щоб задовольнити зростаючий попит на сталий розвиток у виробництві фруктів. Вважається, що вирішувати зазначену проблему слід за рахунок добору толерантних клонових підщеп з розвинутою кореневою системою [11]. Використання традиційних сильнорослих підщеп в технологіях органічного та малозатратного вирощування плодів яблуні є недоцільним з економічної точки зору. В них перевагу матимуть сорто-підщепні комбінування, які забезпечать добру якість та максимальні показники продуктивності дерев. Зокрема Швейцарськими дослідниками встановлено, що за зазначеними показниками підщепа Supporter 2 є хорошою альтернативою підщепам типу М.9 для органічного виробництва яблук із низькими витратами [12]. У США та Канаді в цьому плані перспективними є ряд підщеп із серії Vineland та Geneva. Це такі як V.1, V.5, V.6, V.7 і G 890. Сумарна врожайність сортів яблуні на цих підщепах була більшою, ніж на карликових та напівкарликових [13].

В умовах Лісостепу України шпалерно-карликові сади яблуні на підщепах 62-396, М.9 та М.26 відзначались скороплідністю, високою врожайністю та капіталоємкістю. Водночас високощільні насадження на



середньорослій підщепі 54-118 за дев'ять років плодоношення забезпечували найвищі показники ефективності вирощування плодів сортів інтенсивного типу [14]. В інших дослідженнях, в період створення насаджень кращих імунних до парші сортів на підщепах М.9, М.26 та ММ.106, перспективнішими з економічної точки зору також були насадження на середньорослій підщепі [15]. Об'єктивну оцінку різним конструкціям саду на вищевказаних підщепах можна зробити за умов тривалого вирощування плодів в них.

Мета досліджень – оцінити конструкції інтенсивних насаджень імунних до парші сортів яблуні за продуктивністю, посухостійкістю дерев, товарною і споживчою якістю плодів та визначити економічно ефективніші з них для малозатратних систем вирощування в умовах правобережної частини Західного Лісостепу України.

Матеріали та методики досліджень. Дослідження проводили на ділянках Інституту садівництва НААН у насадженнях 2017 р., де оцінювали конструкції саду імунних до парші сортів Скіфське золото і Дміана на підщепах М.9 та М.26 з розміщенням дерев 4 x 1 м і формуванням веретеноподібної та 4 x 0,5 м – колоноподібної крон. У дерев на підщепі ММ.106 при розміщенні 4 x 2 і 4 x 1,5 м формували веретеноподібну, а за схеми 4 x 1 м – колоноподібну крону. Контролем були ділянки сорту Скіфське золото на підщепі М.9 з розміщенням дерев 4 x 1 м. Повторність варіантів триразова. Кількість облікових дерев у повторенні – 10. Ґрунт дослідних ділянок темно-сірий опідзолений, з агрохімічними показниками, характерними для цього типу. За відсутності зрошування міжряддя утримувалися під чорним паром. Для знищення бур'янів у межах стрічки ряду використовували гербіциди. Система захисту плодів насаджень обмежувалась лише стримуванням поширення і розвитку основних хвороб, таких як борошнята роса та плодова гниль, а також шкідників.

Фізичні показники. Площу поперечного перерізу штамба, об'єм крон, площу листової поверхні, питому продуктивність дерев та урожайність насаджень визначили за методичними рекомендаціями Інституту садівництва НААН [16]. Товарну обробку зібраних плодів вели під час збору врожаю згідно ДСТУ 8133.2015 «Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови» [17].

Фізіологічні показники. Потенційну посухостійкість дерев визначали шляхом дослідження водоутримувальної здатності та водного дефіциту в листках [18].

Хімічні показники. За % в сирій масі в плодах яблуні визначили: вміст сухих розчинних речовин портативним цифровим рефрактометром; титровані органічні кислоти – методом титрування 0,1Н розчином лугу (гідроксидом натрію); загальні цукри – спектрофотометричним методом з розчином Фелінга. Цукрово-кислотний індекс (Ц/К) розраховували як відношення загальної кількості цукрів до кількості титрованих кислот. Для визначення вітаміну С використовували метод титрування фарбою Тільманса. Вміст аскорбінової кислоти виражали у мг на 100 г сиріої маси [19].

Економічну ефективність на різних ділянках саду визначали відповідно до «Методики економічної оцінки

типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві» [20]. Розрахунки здійснювалися на основі технологічних карт і методичних рекомендацій, які є чинними в сільськогосподарських підприємствах північного Лісостепу України.

Результати досліджень та обговорення. Площа поперечного перерізу штамбу є одним з основних показників, який відображає силу росту дерев. В дев'ятирічних насадженнях даний показник залежав від взаємодії сорту, підщепи та схеми садіння дерев. На різних ділянках у сорту Скіфське золото він змінювався в межах 22,2–85,1, а у Дміани – 23,3–78,0 см² і у високощільних шпалерно-карликових насадженнях на підщепі М.9 був найменшим, а на ММ.106, при розміщенні дерев 4 x 2 м – найбільшим.

В семи-дев'ятирічних насадженнях об'єм крон у сортів яблуні відповідав силі росту дерев. Залежно від підщепи та щільності розміщення їх у сорту Скіфське золото даний показник варіював в межах 1,8–8,6, а Дміани – 2,0–8,3 м³. У відповідності до розмірів крон змінювався і показник площі листової поверхні. Зокрема у дерев сорту Скіфське золото цей показник становив 5,6–16,2, а у Дміани – 5,9–17,4 м².

Вважається, що для високоінтенсивних плодівих насаджень оптимальна площа листового покриву повинна бути в межах 40–50 тис.м²/га. В наших дослідженнях близькими до таких показників були насадження з максимальною щільністю садіння дерев обох сортів на підщепах М.26 та ММ.106, де загальна площа листя становила 30,0–36,5 та 29,0–30,5 тис.м² (табл. 1).

Показник питомої продуктивності листя (вага плодів в перерахунку на 1 м² площі листя) та індексу продуктивності росту (вага плодів в перерахунку на 1 см² площі поперечного перерізу штамбу) відображає ефективність використання продуктів фотосинтезу під час формування врожаю. Відомо, що біологічні особливості слаброслих дерев і високопродуктивних сортів в цьому плані мають перевагу, яка забезпечує швидкоплідність [14, 21, 22].

За різної щільності розміщення дерев в перші три роки плодоношення середня врожайність Скіфського золота на підщепі ММ.106 була в межах 16,1–19,3, на М.26 – 20,7–21,7 і на М.9 – 16,8–25,4 т/га. На відповідних ділянках врожайність сорту Дміана становила 14,2–22,8, 21,8–27,5 та 18,8–27,0 т/га.

В цей період дерева зазначених сортів на карликовій підщепі мали вищі показники індексу продуктивності ніж на напівкарликовій і середньорослій. Зокрема у сорту Скіфське золото в різних конструкціях саду на підщепі ММ.106 даний показник знаходився в межах 0,3–0,5, М.26 – 0,48–0,65, і на М.9 – 0,52–0,53 кг/см², а у сорту Дміана становив відповідно 0,41–0,48; 0,56–0,60 і 0,64–0,68 кг/см².

У наступні п'ять років на ділянках досліду посилювалась тенденція до зростання рівня періодичності плодоношення. За таких умов у шпалерно-карликових насадженнях на підщепі М.9 і М.26 врожайність сорту Скіфське золото змінювалась в межах 33,4–50,3 і 18,1–47,7, а у Дміани – 13,6–89,8 та 16,8–59,1 т/га.

Таблиця 1

Біометричні показники дерев і площа листової поверхні сортів яблуні залежно від конструкції саду (середнє за 2023–2025 рр.)

Підщепа	Схема розміщення дерев, м	Площа поперечного перерізу штамбу, у 2025 р., см ²	Об'єм крони, м	Площа листової поверхні	
				м ² /дерево	тис. м ² на 1 га
Скіфське золото					
М.9	4 x 1,0 (к)	36,1	3,9	9,0	22,5
	4 x 0,5	22,2	1,6	5,6	28,0
М.26	4 x 1,0	42,1	4,5	9,8	24,5
	4 x 0,5	24,7	2,1	6,0	30,0
ММ.106	4 x 2,0	85,1	8,6	16,2	20,3
	4 x 1,5	42,6	6,1	14,5	24,2
	4 x 1,0	61,1	4,2	11,6	29,0
Дміана					
М.9	4 x 1,0	37,8	4,2	10,1	25,3
	4 x 0,5	23,3	2,0	5,9	29,5
М.26	4 x 1,0	42,9	4,4	11,0	27,8
	4 x 0,5	27,2	2,3	7,3	36,5
ММ.106	4 x 2,0	78,0	8,3	17,4	21,8
	4 x 1,5	67,4	5,7	15,6	26,0
	4 x 1,0	59,3	4,2	12,2	30,5
<i>HIP₀₅</i>		12,7	1,2	1,6	1,7

Водночас у сортів яблуні на підщепі ММ.106 цей показник варіював в межах 25,6–65,9 та 22,0–67,8 т/га.

Зі збільшенням віку насаджень не спостерігалась чітка тенденція до непрямого зв'язку між силою росту дерев і показниками їхньої питомої продуктивності. В середньому за останні три роки плодоношення індекс продуктивності росту дерев сорту Скіфське золото в садах різних конструкцій на підщепі ММ.106 коливався в межах 0,37–0,43, М.26 – 0,38, а на М.9 – 0,43–0,47 кг/см². На відповідних ділянках сорт Дміана забезпечив зростання цього показника до 0,41–0,53; 0,47–0,48 і 0,62–0,68 кг/см².

В зазначений період, особливо у сорту Скіфське золото, встановлена істотна різниця за показником продуктивності листя в безпорних конструкціях саду на середньорослій підщепі та шпалерно-карликових насаджень. Якщо за різної щільності розміщення дерев на підщепі ММ.106 питома продуктивність листя у цього сорту становила 1,79–1,95 кг/м², то на М.26 даний показник зменшився до 1,38–1,44, а на М.9 – до 1,51–1,56 кг/м². У сорту Дміана на відповідних ділянках цей показник зріс відповідно до 1,90–2,10; 1,50–1,53 та 2,10 кг/м², що свідчить про більший продуктивний потенціал цього сорту (табл. 2).

Відомо, що інтенсивність метаболістичних процесів в рослині, за екстремальних умов водозабезпечення, залежить від її посухостійкості. Ця ознака є однією з цінних при добірї сорто-підщепних комбінуваних яблуні для малозатратних систем вирощування плодів. Умови Лісостепу України не є екстремальними в плані катастрофічної нестачі води, тому посухостійкість яблуні тут не належить до лімітуючих ознак. Ми її вивчали застосовуючи побічні методи, які можуть слугувати критеріями посухостійкості [23]. В різних конструкціях

дев'ятирічних насаджень у сортів яблуні визначали втрату води листям протягом 2, 4 і 6 годин підсушуванням і водний дефіцит.

За результатами досліджень водоутримувальна спроможність листя обумовлювалася сортовими особливостями і конструкцією саду. Зокрема у сорту Скіфське золото на підщепі М.9 при різній щільності розміщення дерев втрата води листям протягом 6 годин підсушування змінювалось в межах 33,1–64,3 %, на М.26 – 34,4–60,8, а на ММ.106 – 24,8–58,4 %. Показник водного дефіциту на цих ділянках був в межах 10,9–11,3, 11,1–12,6 та 9,0–10,0 %. На відповідних ділянках у сорту Дміана втрата води становила 31,3–63,0; 36,2–61,0 і 28,3–73,7 %, а водний дефіцит – 12,2; 10,9–12,4 та 6,5–9,0 %. Результати досліджень свідчать про те, що в умовах богару за потенційною посухостійкістю безпорні конструкції саду обох сортів на підщепі ММ.106 перевершують шпалерно-карликові насадження на М.9 та М.26 (табл. 3).

В перші вісім років плодоношення врожайність сорту Скіфське золото в шпалерно-карликових насадженнях на підщепі М.9 і М.26 становила в середньому 28,7–35,5 і 30,1–35,4 т/га, а у Дміани була на 13,6–23,9 і 5,0–16,9 % більшою. У садах з безпорними конструкціями на підщепі ММ.106 урожайність сорту Скіфське золото була в межах 30,2–39,6, а Дміани – 29,5–43,2 т/га і в обох сортів за розміщення дерев 4 x 1 м була максимальною. На кращих ділянках цей показник у Дміани щодо сорту Скіфське золото був на 9,1 % вищим (рис. 1).

Встановлена достовірна різниця в товарній якості плодів у сортів яблуні. Зокрема на різних ділянках у крупноплідного сорту Скіфське золото частка плодів вищого товарного ґатунку становила 68–84 %, першого – 9–18, другого – 2–7 і нестандартної продукції – 3–8 %. В різних

Таблиця 2

Продуктивність сортів яблуні залежно від конструкції саду (середнє за 2023–2025 рр.)

Сорт	Підщепа	Схема розміщення дерев, м	Питома продуктивність	
			кг/ м ² площі листової поверхні	кг/см ² площі поперечного перерізу штамбу
Скіфське золото	М.9	4 x 1,0	1,56	0,47
		4 x 0,5	1,51	0,43
	М.26	4 x 1,0	1,38	0,38
		4 x 0,5	1,41	0,38
	ММ.106	4 x 2,0	1,95	0,43
		4 x 1,5	1,92	0,41
4 x 1,0		1,79	0,37	
Дміана	М.9	4 x 1,0	2,10	0,68
		4 x 0,5	2,10	0,62
	М.26	4 x 1,0	1,53	0,48
		4 x 0,5	1,50	0,47
	ММ.106	4 x 2,0	1,99	0,49
		4 x 1,5	2,10	0,53
4 x 1,0		1,90	0,41	
НІР ₀₅			0,13	0,04

Таблиця 3

Водоутримувальна здатність листя сортів яблуні залежно від конструкції інтенсивного саду (2025 р.)

Підщепа	Схема розміщення дерев, м	Втрата води, %			Водний дефіцит, %
		через 2 години	через 4 години	через 6 годин	
Скіфське золото					
М.9	4 x 1,0	33,1	50,9	62,0	10,9
	4 x 0,5	35,6	53,2	64,3	11,3
М.26	4 x 1,0	34,4	50,0	59,4	12,6
	4 x 0,5	35,7	51,5	60,8	11,1
ММ.106	4 x 2,0	28,6	46,4	56,5	10,0
	4 x 1,5	24,9	44,1	55,0	9,0
	4 x 1,0	30,5	48,7	58,4	9,4
Дміана					
М.9	4 x 1,0	31,3	48,1	62,8	12,0
	4 x 0,5	33,1	51,2	63,0	12,2
М.26	4 x 1,0	36,2	50,8	58,3	10,9
	4 x 0,5	36,5	49,1	61,0	12,4
ММ.106	4 x 2,0	28,3	45,1	55,7	6,5
	4 x 1,5	36,6	59,4	73,7	8,9
	4 x 1,0	31,6	51,0	66,0	9,0

конструкціях насаджень у Дміани частка плодів вищого товарного сорту зменшилась до 6–19 %, водночас першого і другого зроста до 45–66 та 27–41 %, а нестандартна продукція складала 2–5 %. За такого процентного співвідношення середній урожай плодів зазначеної товарної якості на ділянках Скіфського золота становив відповідно 23,5–30,5; 2,6–6,4; 0,6–2,5 та 0,9–2,9, а у Дміани – 2,6–5,6; 15,2–29,0; 9,1–17,0 і 0,6–2,3 т/га. У відповідності до структури врожаю середня маса плодів на різних ділянках у Скіфського золота становила 180–195, а Дміани – 144–152 г (табл. 4).

Одним із обов'язкових елементів оцінки ефективності сорто-підщепних комбінувань і конструкцій насаджень

яблуні є біохімічний аналіз одержаних плодів. Найбільш поширеними є такі показники як вміст сухих розчинних речовин, сума органічних кислот, цукрів, кількість аскорбінової кислоти та цукрово-кислотний індекс.

В наших дослідженнях вміст сухих розчинних речовин в плодах Скіфського золота в шпалерно-карликових насадженнях на підщепі М.9 становив 13,9–14,2; М.26 – 12,4–13,0, а на ММ.106 – 12,8–14,6 %. У плодів сорту Дміана їх вміст був істотно меншим і становив відповідно 11,0–11,6; 12,1–13,4 та 12,6–13,6 %. У обох сортів в безпорних конструкціях саду з колоноподібною кроною на підщепі ММ.106 кількість цих речовин була найбільшою.

Між сортами яблуні встановлена достовірна різниця і по вмісту в плодах титрованих органічних кислот. Зокрема у Скіфського золота їх концентрація на різних ділянках варіювала в межах 0,61–0,76, а у сорту Дміана – 0,45–0,53 %. За вмістом органічних кислот

плоди яблуні обох сортів у високощільних насадженнях з колоноподібною кроною на підщепі ММ.106 не поступались шпалерно-карликовим на М.9 та М.26.

Цукри є основним джерелом енергії, складовими найважливіших сполук живої клітини. Аналіз отриманих

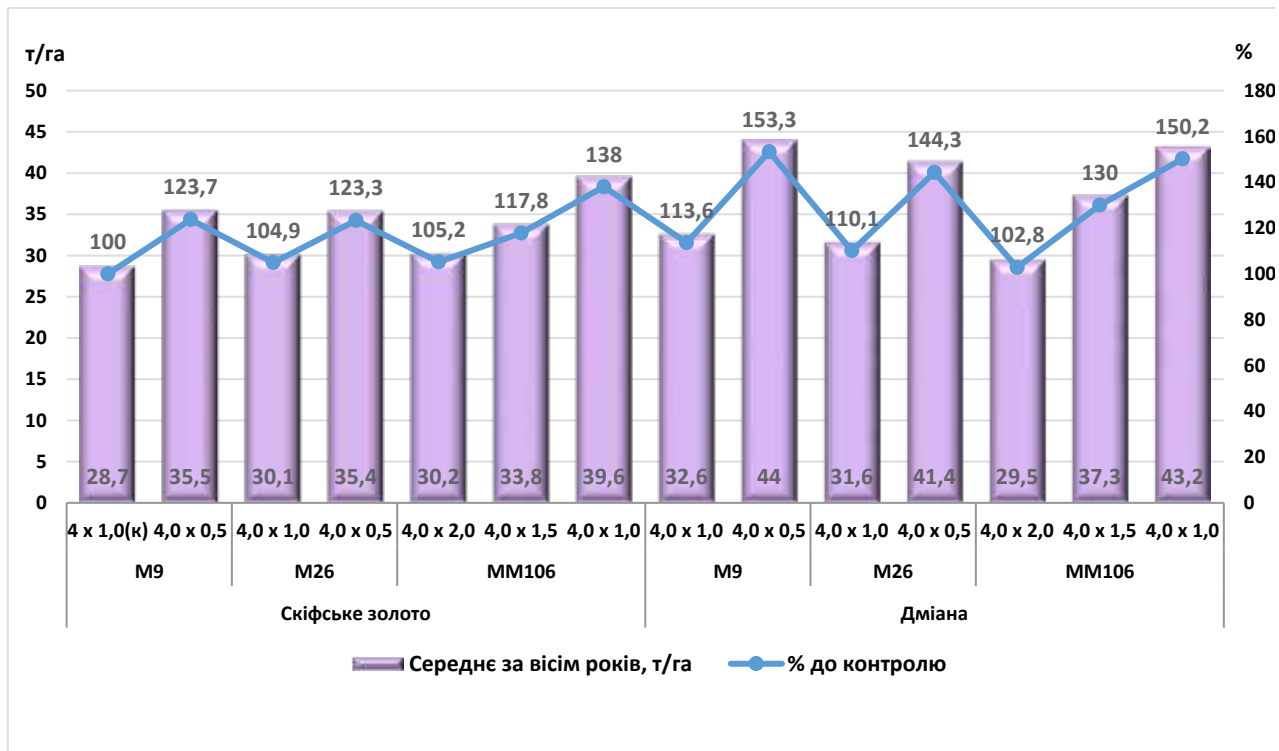


Рис. 1. Урожайність сортів яблуні в інтенсивному саду різних конструкцій на клонових підщепах (Садіння 2017 р.)

Таблиця 4

Товарна якість плодів у сортів яблуні залежно від конструкції інтенсивного саду (2018–2025 рр.)

Підщепа	Схема розміщення дерев, м	Урожай і частка плодів різної товарної якості								Середня маса плоду, г
		вищого сорту		першого сорту		другого сорту		нестандарт		
		т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	
Скіфське золото										
М.9	4 x 1,0 (к)	23,5	82	2,6	9,0	1,4	5	1,2	4	193
	4 x 0,5	24,1	68	6,0	17	2,5	7	2,9	3	180
М.26	4 x 1,0	23,5	78	4,2	14	1,5	5	0,9	3	190
	4 x 0,5	24,8	70	6,4	18	2,5	7	1,7	5	187
ММ.106	4 x 2,0	25,4	84	3,0	10	0,6	2	1,2	4	192
	4 x 1,5	27,0	80	3,4	10	2,0	6	1,4	4	189
	4 x 1,0	30,5	77	5,5	14	2,4	6	1,2	3	195
Дміана										
М.9	4 x 1,0 (к)	3,6	11	18,6	57	9,1	28	1,3	4	147
	4 x 0,5	2,6	6	29,0	66	10,1	23	2,3	5	144
М.26	4 x 1,0	6,0	19	15,2	48	9,8	31	0,6	2	152
	4 x 0,5	3,7	9	18,6	45	17,0	41	2,1	5	144
ММ.106	4 x 2,0	4,7	16	15,3	50	8,9	30	0,6	2	153
	4 x 1,5	5,6	15	20,5	55	10,1	27	1,1	3	148
	4 x 1,0	5,6	13	22,9	53	13,0	30	1,7	4	152
HIP ₀₅		11,1	-	7,8	-	4,7	-	0,5	-	20,4

даних показав, що в шпалерно-карликових насадженнях загальна кількість цукрів в плодах Скіфського золота становила 8,0–8,5, а у Дміани – 8,1–9,7 %. Відповідно в конструкціях насаджень з різною щільністю розміщення дерев на підщепі ММ.106 цей показник був в межах 8,9–9,9 та 9,0–9,4 %. При максимальній щільності розміщення дерев на цій підщепі загальна кількість цукрів в плодах Скіфського золота навіть була більшою, ніж у насадженнях на М.9 та М.26, а у Дміани їх вміст лише дещо поступався тільки насадженням на підщепі М.9.

Співвідношення цукрів і титрованих органічних кислот, виражене цукрово-кислотним індексом (Ц/К), визначає смак плодів. У плодів сорту Скіфське золото таке співвідношення на різних ділянках було в межах 11–14. У Дміани зазначений показник був істотно більшим (16–21), що свідчить про десертніший смак плодів цього сорту. На всіх ділянках, при щільному розміщенні дерев, відмічена загальна тенденція до зменшення величини цукрово-кислотного індексу в плодах. В обох сортів в безпорних конструкціях саду на середньорослій підщепі співвідношення цукрів і органічних кислот істотно не відрізнялись від такого ж показника в шпалерно-карликових насадженнях.

Аскорбінова кислота є одним з найважливіших вітамінів необхідних для нормального функціонування організму людини. Відомо, що плоди яблуні характеризуються помірною кількістю вітаміну С [24]. Нашими дослідженнями встановлена достовірна різниця за вмістом цього вітаміну між сортами яблуні на різних ділянках. Зокрема у сорту Скіфське золото вміст аскорбінової кислоти в плодах становить в середньому 4,4–5,4, а у Дміани – 3,1–3,9 мг/100 г сирової маси, що на 28–30 % менше. В розрізі кожного сорту нами не встановлено

істотної різниці за даним показником залежно від конструкції саду (табл. 5).

Для виробництва важливими є економічні показники господарювання, які ґрунтуються на співставленні затрат і прибутку отриманого від вирощування і реалізації продукції відповідної товарної якості. В наших дослідженнях формування ціни реалізації продукції обумовлювалося наявністю плодів вищого, першого, другого товарного сорту та нестандартної продукції для переробки. Для розрахунків використовували середні оптові ціни на яблука на ринку України у 2025 році. Плоди вищого товарного сорту оцінювали в 20 грн/кг, першого – 18, другого – 15, а для технічної переробки нестандартну продукцію – 7 грн/кг. Залежно від величини врожаю і товарної якості середня ціна реалізації однієї тони плодів сорту Скіфське золото з різних ділянок була в межах 18,0-21,4, а Дміани – 16,39–17,24 тис. грн, що на 8,9–19,4 % менше.

Дослідження економічної ефективності вирощування плодів у насадженнях різних конструкцій яблуні свідчать, що інвестиції на створення насаджень на підщепах М.9 (карликова) і М.26 (напівкарликова), залежно від густоти садіння становили 798,3-1222,9 тис. грн на 1 га, з яких 18,7–20,2% припадало на влаштування опорно-шпалерної конструкції (табл. 6). Амортизаційні відрахування для відшкодування вартості шпалери становили 5,9–6,3%.

Під час створення шпалерно-карликових садів питома вага витрат на придбання садивного матеріалу залежно від схеми садіння становила 25,1–32,7 %. За відповідної середньої врожайності у високощільних слаброслих насадженнях сорту Скіфське золото собівартість 1 т плодів була в межах 8,4-9,4, а Дміани – 7,9–8,3 тис. грн, прибуток на 1 га становив – відповідно

Таблиця 5

Вміст основних біохімічних компонентів у плодах сортів яблуні залежно від конструкції саду (2023–2025 рр.)

Підщепа	Схема розміщення дерев, м	Сухі розчинні речовини	Сума титрованих органічних кислот	Цукри (загальна кількість)	Вітамін С, мг/100г	Ц/К
Скіфське золото						
М.9	4 x 1,0	13,9	0,66	8,5	4,4	13
	4 x 0,5	14,2	0,72	8,2	4,9	11
М.26	4 x 1,0	12,4	0,61	8,3	4,8	14
	4 x 0,5	13,0	0,64	8,0	5,0	13
ММ.106	4 x 2,0	12,8	0,69	9,9	4,9	14
	4 x 1,5	14,4	0,72	9,2	5,2	13
	4 x 1,0	14,6	0,76	8,9	5,4	12
Дміана						
М.9	4 x 1,0	11,0	0,48	9,7	3,1	20
	4 x 0,5	11,6	0,53	9,3	3,3	18
М.26	4 x 1,0	12,1	0,48	8,7	3,6	18
	4 x 0,5	13,4	0,51	8,1	3,8	16
ММ.106	4 x 2,0	13,1	0,47	9,0	3,2	19
	4 x 1,5	12,6	0,45	9,4	3,1	21
	4 x 1,0	13,6	0,51	9,0	3,4	18
HIP ₀₅		0,8	0,1	0,5	0,8	

Таблиця 6

Економічна оцінка вирощування сортів яблуні в різних конструкціях інтенсивного саду (2018–2025 рр.)

Показники	М.9		М.26		ММ.106		
	4 x 1,0(к)	4 x 0,5	4 x 1,0	4 x 0,5	4 x 2,0	4 x 1,5	4 x 1,0
Скіфське золото							
Урожайність, т/га	28,7	35,5	30,1	35,4	30,2	33,8	39,6
Виробничі витрати на 1 га, тис. грн.	227,4	302,2	230,1	302,0	182,8	192,5	215,1
Собівартість 1 т реалізованої продукції, тис. грн.	8,7	9,4	8,4	9,4	6,7	6,3	6,0
Виручка від реалізації валової продукції, тис. грн.	546,2	647,8	644,4	660,6	543,4	641,0	753,4
Прибуток на 1 га, тис. грн.	296,5	314,1	391,6	327,8	341,1	428,1	515,8
Рівень рентабельності, %	118,7	94,1	154,9	98,5	168,6	201,1	217,1
Інвестиції на створення 1 га насаджень, тис. грн.	798,3	1222,9	798,3	1222,9	435,2	497,3	621,7
Строк окупності капітальних вкладень	5,7	6,9	5,0	6,7	4,0	4,2	4,2
Роки створення насаджень	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Ціна реалізації 1 т яблук, тис. грн.	19,03	18,25	21,40	18,64	17,99	18,96	19,03
Дміана							
Урожайність, т/га	32,6	44,0	31,6	41,4	29,5	37,3	43,2
Виробничі витрати на 1 га, тис. грн.	232,8	315,5	230,9	311,4	181,3	197,8	219,1
Собівартість 1 т реалізованої продукції, тис. грн.	7,9	7,9	8,1	8,3	6,8	5,8	5,6
Виручка від реалізації валової продукції, тис. грн.	552,4	741,6	544,8	678,5	507,1	640,2	731,1
Прибуток на 1 га, тис. грн.	294,9	394,0	288,8	334,9	306,5	423,9	489,2
Рівень рентабельності, %	114,5	113,3	112,8	97,5	152,8	196,0	202,2
Інвестиції на створення 1 га насаджень, тис. грн.	798,3	1222,9	798,3	1222,9	435,2	497,3	621,7
Строк окупності капітальних вкладень	5,7	6,1	5,8	6,7	4,4	4,2	4,3
Роки створення насаджень	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Ціна реалізації 1 т яблук, тис. грн.	16,94	16,85	17,24	16,39	17,19	17,16	16,92

296,5–391,6 і 288,8–394,0 тис. грн, рівень рентабельності – 94,1–154,9 і 97,5–114,5 %, а строк окупності інвестицій – 5,0–6,9 і 5,4–6,7 років.

У безпорних насадженнях на ММ.106 інвестиції на їх створення становили 435,2–621,7 тис. грн, що на 44,1–49,0 % менше, ніж у шпалерно-карликових на підщепах М.9 і М.26. Залежно від урожайності в насадженнях різних конструкцій на підщепі ММ.106 собівартість 1 т яблук сорту Скіфське золото становила 6,0–6,7, а Дміани – 5,6–6,8 тис. грн, відповідно, прибуток на 1 га – 341,1–515,8 і 306,5–489,2 тис. грн, рівень рентабельності – 168,6–217,1 і 152,8–202,2 %, а строк окупності інвестицій – 4,0–4,2 і 4,2–4,4 роки.

Найвищі показники економічної ефективності виробництва плодів обох сортів забезпечували ділянки на ММ.106 за розміщення на 1 га 2500 дерев (схема садіння 4 x 1 м). Прибуток і рівень рентабельності вирощування плодів на цих ділянках у сорту Скіфське золото були на 5,4 і 14,9 % вищі, ніж у Дміани.

Висновки. Дослідження з комплексної оцінки різних конструкцій інтенсивних насаджень імунних до парші сортів яблуні свідчать про те, що підвищення показників ефективності виробництва, зниження витрат на

створення насаджень цієї культури, в умовах богару Правобережної частини Західного Лісостепу України, можливо за рахунок впровадження інноваційних способів ресурсозбереження, що передбачають створення високощільних безпорних конструкцій насаджень цих сортів на середньорослій підщепі ММ.106.

Такі насадження в період повного плодоношення забезпечують загальну площу листового покриву межах 29,0–30,5 тис. м² на 1 га, а питому продуктивність фотосинтетичної поверхні і потенційну посухостійкість дерев вищу, ніж в шпалерно-карликових насадженнях на підщепі М.9 та М.26.

В безпорній конструкції саду з колоноподібною кроною за комплексом споживчих якостей плодів, зокрема вмістом сухих розчинних речовин, титрованих органічних кислот, загальних цукрів, вітаміну С та показником цукрово-кислотного індексу не поступались шпалерно-карликовим насадженням.

За середньої врожайності в 39,6–43,2 т/га на цих ділянках чистий прибуток складав 515,8 та 489,2 тис. грн, а рівень рентабельності – 217,0 і 202,2 %, що відповідно на 24,3–74,0 і 62,2–123,4 % більше, ніж в шпалерно-карликових насадженнях на підщепах М.9 та М.26.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сало І.А. Розвиток світового та вітчизняного ринку яблук. *Основи адаптивних технологій вирощування яблуні в Україні*: монографія; за ред. І.В. Гриника, Київ. 2020. С. 15-21.
2. Rubauskis E., Borisova I. Evaluation of dwarf rootstocks for high-density and sustainable orchards in Latvia. *Acta Horticulturae*. 2022. Vol. 1346, P. 691-698. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1346.87>
3. Badiu D., Arion F. H., Muresan I. C., Lile R., Mitre V. Evaluation of Economic Efficiency of Apple Orchard Investments. *Sustainability*. 2015. Vol. 7(8), 10521-10533. <https://doi.org/10.3390/su70810521>
4. Lauri P., Pitchers B., Dufour L., Simon, S. Apple farming systems – current initiatives and some prospective views on how to improve sustainability. *Acta Horticulturae*. 2020. Vol. 1281, P.307-322. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1281.42>
5. Sansavini S., Donati F. Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for European market. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* (Special ed.). 2004. Vol. 12. P. 13-52.
6. Shan J., Chen Y., Yu G., Xiaoqiang J. Integrated Horticultural Practices for Improving Apple Supply Chain Sustainability: A Case Study in the North China Plain. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. P.1975. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101975>.
7. Кондратенко П.В. Кондратенко Т.Є. Еволюція технології вирощування яблуні. *Садівництво*. 2018. Вип.73. С. 66-74.
8. Bravin E., Perren S., Naef A. Low residue apple production: higher production risk and lower profit. *Acta Horticulturae*. 2019. Vol. 1242, P. 217-222. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1242.30>
9. Baima L., Nari L., Nari D., Bossolasco A., Blanc S., Brun F., Sustainability analysis of apple orchards: Integrating environmental and economic perspectives, *Heliyon*. 2024. V. 10. Is. 19. 38397 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38397>.
10. Кондратенко Т.Є., Кондратенко П.В., 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. 2020. С. 22-44.
11. Musacchi S., Guidelines for choosing pear rootstocks. International Rootstocks Symposium (Macfrut). 2024. Rimini, Italy, May 8.
12. Weibel F.P., Suter F., Ladner J., Monney P. Improved organic and low-input apple production using rootstocks tolerant to weed competition. *Acta Horticulturae*. 2008. Vol. 772, P.87-95. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.772.10.
13. Cline J., Black E., Coneva W., Cowgill R., Crassweller E., Fallahi T., Kon M., Muehlbauer G., Reighard L., Ouellette D. Performance of 'Fuji' apple trees on several size-controlling rootstocks in the 2014 NC-140 rootstock trial after eight years. 2023. *J. Amer. Pomol. Soc.* 77(4), P.226-243.
14. Жук В.М., Барабаш Л.О. Продуктивність і економічна ефективність вирощування плодів яблуні в різних конструкціях саду на вегетативних підщепках. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 23-27.
15. Жук В.М., Барабаш Л.О., Кривошапка В.А., Болдижева Л.Д. Ефективність вирощування перспективних сортів яблуні селекції Інституту садівництва НААН в інтенсивних насадженнях. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 2 (827). С. 34-41.
16. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ: Аграрна наука, 1996. 95 с.
17. Яблука свіжі середніх та пізніх строків досягання. Технічні умови: ДСТУ 8133:2015. [Чинний від 2015-22-06]. Київ: ДП «Укр НДНЦ». 2017. 9 с.
18. Фізіологія рослин з основа біохімії / [М.М. Макрушин, Є.М. Макрушина, Н.В. Петерсон, В.С. Цибулько]; під ред. М.М. Макрушина. К: Урожай, 2005 – 544 с.
19. Кондратенко П.В., Шевчук Л.М., Левчук Л.М. Методика оцінки якості плодово-ягідної продукції. Київ: СПД «Жителів С.І.», 2008. 79 с.
20. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві ; за ред. О.М. Шестопаля. Київ: ННЦ «Інститут аграрної економіки». 2006. 140 с.
21. Westwood M. N., Roberts A. N. The Relationship Between Trunk Cross-sectional Area and Weight of Apple Trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1970. Vol. 95(1). P. 28-30.
22. Заморський В.В. Продуктивність насаджень яблуні різних конструкцій. *Зб. Наук. пр. Уманського державного аграрного університету*. 2008. Вип.67. С. 127-134.
23. Копань В.П., Копань К.М., Ярещенко О.М., Козуліна Ю.Б. Адаптаційна селекція плодівих і ягідних культур в Україні. *Садівництво*. 2003. Вип.53. С. 28-35.
24. Єжов В.М., Гриник І.В. Біохімічні аспекти селекції плодівих зерняткових культур. *Садівництво*. 2018. Вип.73. С. 5-16.

REFERENCES:

1. Salo, I.A. (2020). Rozvytok svitovoho ta vitchyznianoho rynku yabluk [Development of the global and domestic apple market]. In I. V. Hrynyk (Ed.) *Osnovy adaptyvnykh tekhnolohii vyroshchuvannia yabluni v Ukraini: monohrafiia*. Kyiv. 15-21 [in Ukrainian].
2. Rubauskis, E. & Borisova, I. (2022). Evaluation of dwarf rootstocks for high-density and sustainable orchards in Latvia. *Acta Horticulturae*. 1346. 691-698. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1346.87>
3. Badiu, D., Arion, F. H., Muresan, I. C., Lile, R., & Mitre, V. (2015). Evaluation of Economic Efficiency of Apple Orchard Investments. *Sustainability*, 7(8), 10521-10533. <https://doi.org/10.3390/su70810521>
4. Lauri, P., Pitchers, B., Dufour, L. & Simon, S. (2020). Apple farming systems – current initiatives and some prospective views on how to improve sustainability. *Acta Horticulturae*. 1281. 307-322. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1281.42>
5. Sansavini, S. & Donati, F. (2004). Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for European market. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* (Special ed.). 12. 13-52.
6. Shan, J., Chen, Y., Yu, G. & Xiaoqiang, J. (2021). Integrated Horticultural Practices for Improving Apple

- Supply Chain Sustainability: A Case Study in the North China Plain. *Agronomy*.11. 1975.https://doi:10.3390/agronomy 11101975.
7. Kondratenko, P.V.& Kondratenko, T.Ye. (2018). Evoliutsiia tekhnologii vyroshchuvannia yabluni [Evolution of apple cultivation technology]. *Sadivnytstvo*, 73, 66-74.[in Ukrainian].
 8. Bravin, E., Perren, S.& Naef, A. (2019). Low residue apple production: higher production risk and lower profit. *ActaHorticulturae*. 1242, 217-222. doi: 10.17660/ActaHortic.2019.1242.30
 9. Baima, L., Nari, L., Nari, D., Bossolasco, A., Blanc, S.& Brun, F. (2024). Sustainability analysis of apple orchards: Integrating environmental and economic perspectives, *Heliyon*, 10(19), 38397. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38397.
 10. Kondratenko, T.Ye., Kondratenko, P.V., & Honcharuk, Yu.D. (2020). Adaptivni vlastyvoli poshyrenykh sortiv ta zonalni osoblyvosti u formuvanni spozhyvchykh yakosti plodiv [Adaptive properties of common cultivars and zonal features in the formation of consumer fruit quality]. In I. V. Hrynyk (Ed.), *Osnovy adaptivnykh tekhnologii vyroshchuvannia yabluni v Ukraini: monohrafiia*. Kyiv. 22-44).[in Ukrainian].
 11. Musacchi S. (2024). Guidelines for choosing pear rootstocks. International Rootstocks Symposium (Macfrut), Rimini, Italy. May 8.
 12. Weibel, F.P., Suter, F., Ladner, J. & Monney, P. (2008). Improved organic and low-input apple production using rootstocks tolerant to weed competition. *Acta Hort.* 772, 87-95. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.772.10.
 13. Cline, J. A., B. Black, E. Coneva, W. Cowgill, R. Crassweller, E. Fallahi, T. Kon, M. Muehlbauer, G.L. Reighard, & D.R. Ouellette. (2023). Performance of 'Fuji' apple trees on several size-controlling rootstocks in the 2014 NC-140 rootstock trial after eight years. *J. Amer. Pomol. Soc.* 77(4). 226-243.
 14. Zhuk V.M. & Barabash L.O. (2017). Produktivnist i ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia plodiv yabluni v riznykh konstruktsiakh sadu na vehetativnykh pidshchepakakh [Productivity and economic efficiency of apple cultivation in various orchard designs on vegetative rootstocks]. *Visnyk aharnoi nauky*, 2, 23-27. [in Ukrainian].
 15. Zhuk V.M., Barabash L.O., Kryvoshapka V.A.& Boldyzheva L.D. (2022). Efektyvnist vyroshchuvannia perspektivnykh sortiv yabluni selektsii Instytutu sadivnytstva NAAN v intensyvnnykh nasadzhenniakh. [Efficiency of growing promising apple cultivars of the Institute of Horticulture of the NAAS selection in intensive orchards]. *Visnyk aharnoi nauky*, 2(827), 34-41. [in Ukrainian].
 16. Kondratenko P.V.& Bublik M.O. (1996). Metodyka provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy [Methodology of conducting field research with fruit crops]. Kyiv: Aharna nauka. 95.[in Ukrainian].
 17. DSTU 8133:2015. (2017). Iabluka svizhi serednikh ta piznykh strokiv dostyhanntia. Tekhnichni umovy [Fresh apples of medium and late ripening periods. Specifications]. Kyiv: DP "Ukr NDNTs".[in Ukrainian].
 18. Fiziologhiia roslyn z osnova biokhimii.(2005). [Plant physiology based on biochemistry] [M.M. Makrushyn, Ye.M. Makrushyna, N.V. Peterson, V.S. Tsybulko]; pid red. M.M. Makrushyna. K: Urozhai. 544[in Ukrainian].
 19. Kondratenko P.V., Shevchuk L.M.& Levchuk L.M. (2008). Metodyka otsinky yakosti plodovo-yahidnoi produktsii [Methodology for evaluating the quality of fruit and berry products]. Kyiv: SPD " Zhyteliev S.I." [in Ukrainian].
 20. Shestopal O.M. (Ed.). (2006). Metodyka ekonomichnoi ta enerhetychnoi otsinky typiv nasadzhen, sortiv, investytsii v osnovnyi kapital, innovatsii ta rezultativ tekhnolohichnykh doslidzhen u sadivnytstvi [Methodology of economic and energy assessment of plantation types, varieties, capital investments, innovations, and results of technological research in horticulture]. Kyiv: NNTs " Instytut aharnoi ekonomiky"[in Ukrainian].
 21. Westwood M. N. & Roberts A. N. (1970). The Relationship Between Trunk Crosssectional Area and Weight of Apple Trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 95(1). 28-30.
 22. Zamorskyi V.V. (2008). Produktivnist nasadzhen yabluni riznykh konstruktsii. [Productivity of apple orchards of various designs]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskooho derzhavnoho aharnoho universytetu*. (67), 127-134. [in Ukrainian].
 23. Kopan V.P., Kopan K.M., Yareshchenko O.M. & Kozulina Yu.B. (2003). Adaptatsiina selektsiia plodovykh i yahidnykh kultur v Ukraini [Adaptive breeding of fruit and berry crops in Ukraine]. *Sadivnytstvo*.53, 28-35.
 24. Yezhov V.M. & Hrynyk, I.V. (2018). Biokhimichni aspekty selektsii plodovykh zerniatkovykh kultur [Biochemical aspects of breeding pome fruit crops]. *Sadivnytstvo*. 73, 5-16.
- Жук В.М., Жук В.В. Комплексна оцінка різних конструкцій інтенсивних насаджень імунних до парші сортів яблуні в умовах правобережної частини Західного Лісостепу України**
- Мета** – оцінити конструкції інтенсивних насаджень імунних до парші сортів яблуні за продуктивністю, посухостійкістю дерев, товарною і споживчою якістю плодів та визначити економічно ефективніші з них для малозатратних систем вирощування в умовах правобережної частини Західного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили в насадженнях 2017 року. Об'єктами були конструкції насаджень на вегетативних підщепах різної сили росту сортів Скіфське золото і Дміана. Вимірювально-ваговим методом визначали біометричні показники, врожайність та товарну якість плодів; статистичним – достовірність експериментальних даних; аналітичним – потенційну посухостійкість дерев та біохімічний склад плодів; розрахунково-порівняльним – економічну ефективність. **Результати.** Дослідженнями встановлено, що в період повного плодоношення насадження на підщепі ММ.106 з колоноподібною кроною при щільності садіння 2500 дер./га за показниками продуктивності, потенційної посухостійкості дерев і товарної якості плодів перевершують, а за комплексом споживчих якостей продукції не поступаються шпалерно-карликовим насадженням на підщепі М.9 та М.26. За середньої врожайності в 39,6–43,2 т/га на цих ділянках чистий прибуток складав 515,8 та 489,2 тис. грн, а рівень рентабельності – 217,0 і 202,2 %, що відповідно на 24,3–74,0 і 62,2–123,4 % більше, ніж в шпалерно-карликових насадженнях на підщепах М.9 та М.26. **Висновки.** Дослідження з комплексної оцінки різних конструкцій інтенсивних насаджень імунних до парші сортів яблуні свідчать про те, що підвищення показників ефективності виробництва, зниження витрат на створення насаджень

цієї культури, в умовах богару Правобережної частини Західного Лісостепу України, можливо за рахунок впровадження інноваційних способів ресурсозбереження, що передбачають створення високощільних безопорних конструкцій насаджень цих сортів на середньорослій підщепі MM.106.

Ключові слова: яблуна, підщепи, посухостійкість, урожайність, товарна якість, споживча якість, економічна ефективність

Zhuk V.M., Zhuk V.V. Comprehensive assessment of various intensive orchard designs for scab-immune apple cultivars in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Purpose. The study aims to evaluate the designs of intensive orchards featuring scab-immune apple cultivars based on productivity, drought resistance, and the commercial and consumer quality of the fruit. Furthermore, the objective is to identify the most economically efficient designs for low-input cultivation systems under the environmental conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was conducted in orchards established in 2017. The objects of the study were orchard designs on vegetative rootstocks of varying vigor using 'Skifske Zoloto' and 'Damiana' cultivars. Biometric indicators, yield, and commercial fruit quality were determined using the measurement-and-weight method. Statistical analysis was employed to ensure the reliability of experimental data; analytical methods were

used to assess the potential drought resistance of trees and the biochemical composition of the fruit; and the calculation-and-comparison method was applied to evaluate economic efficiency. **Results.** The study established that during the full fruiting period, orchards on MM.106 rootstock with a columnar crown at a planting density of 2,500 trees/ha outperform trellis-dwarf orchards on M.9 and M.26 rootstocks in terms of productivity, potential drought resistance, and commercial fruit quality. Regarding the complex of consumer qualities, they are not inferior to the dwarf systems. With an average yield of 39.6–43.2 t/ha in these plots, the net profit amounted to 515.8 and 489.2 thousand UAH, respectively, with profitability levels of 217.0% and 202.2%. These figures are 24.3–74.0% and 62.2–123.4 % higher, respectively, than those of trellis-dwarf orchards on M.9 and M.26 rootstocks. **Conclusions.** The comprehensive assessment of various intensive orchard designs for scab-immune apple cultivars indicates that increasing production efficiency and reducing establishment costs in the rainfed conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is achievable through the implementation of innovative resource-saving methods. These methods involve creating high-density, support-free orchard designs using these cultivars on the semi-vigorous MM.106 rootstock.

Key words: apple tree, rootstocks, drought resistance, yield, commercial quality, consumer quality, economic efficiency.

Дата першого надходження статті до видання: 10.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026