

**П. Г. Бондаренко**

кандидат сільськогосподарських наук,
Дослідницький центр Лаймбург (Ауер/Ора, Італія)
E-mail: bondarenko.hort@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ ПРИ ЗБИРАННІ ЯБЛУК РІЗНИХ СОРТІВ У ІНТЕНСИВНИХ НАСАДЖЕННЯХ ПІВНІЧНОЇ ІТАЛІЇ

Стаття присвячена аналізу окремих прийомів вирощування та процесу збирання яблук в інтенсивному саду в провідному садівничому регіоні Європи – Південному Тіролі (Італія), де конкурентоспроможність виробництва досягається забезпеченням високого рівня врожайності, якості плодів зі значною доданою вартістю та використанням самохідних платформ для ефективного проведення технологічних операцій в саду.

Дослідження проводилось у 2024 р. в промислових інтенсивних насадженнях восьми осінніх і зимових сортів яблуні – Гала, Голден Делішес, Ред Поп, Ред Делішес, Гренні Сміт, Бребурн, Пінк Леді та Джоя. Було проаналізовано вихід товарних плодів і основні причини втрати товарності, середню масу плодів, фактичну та потенційно можливу продуктивність праці при збиранні яблук залежно від помологічного сорту.

Встановлено, що навіть при високому навантаженні дерев врожаєм (51-85 т/га для більшості сортів) та завищені, порівняно зі стандартом, вимоги торгівельних мереж до діаметру та забарвлення плодів, вдалося забезпечити вихід товарних плодів на рівні 81-93 %. Основна частка нетоварних плодів припадала на падалицю, механічні пошкодження, та недостатній діаметр та забарвлення. Товарність та оптимальне забарвлення яблук досягається у тому числі за допомогою впровадження зеленого контурного обрізування, пневматичної дефоліації, а також своєчасного згортання градозахисних сіток. Головними чинниками, що впливали на продуктивність праці при збиранні яблук, були кількість прийомів збору, середня маса плодів, навантаження врожаєм, частка нетоварних плодів. Продуктивність праці при збиранні врожаю за допомогою самохідної платформи в один прийом становила 157-239 кг/год з потенціалом до 190-256 кг/год; при збиранні в декілька прийомів – 104-141 кг/год з потенціалом до 120-167 кг/год.

Ключові слова: яблуня, збирання, сорт, товарність плодів, продуктивність праці.

P. H. Bondarenko

PhD in Agriculture,
Laimburg Research Centre (Auer/Ora, Italy)
E-mail: bondarenko.hort@gmail.com

FEATURES OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS AND LABOUR EFFICIENCY WHEN HARVESTING APPLES OF DIFFERENT CULTIVARS IN INTENSIVE ORCHARDS OF NORTHERN ITALY

The article is devoted to the analysis of specific operations in growing and harvesting apples in an intensive orchard in the leading horticultural region of Europe - South Tyrol (Italy), where the profitability of production is achieved by ensuring high yield, fruit quality with significant added value, and the use of self-propelled platforms for the effective implementation of technological operations in the orchard.

The study was conducted in 2024 in industrial intensive plantations of eight autumn and winter apple cultivars – 'Gala', 'Golden Delicious', 'Red Pop®', 'Red Delicious', 'Granny Smith', 'Braeburn', 'Pink Lady®', 'Joya®'. The yield of marketable fruits and the main reasons for the loss of marketability, mean fruit weight, the actual and potentially possible labour efficiency when harvesting apples depending on the cultivar were analysed.

It was determined that even with a high crop load (51-85 t/ha for most cultivars) and increased, compared to the standard, requirements of retail chains for fruit diameter and colour, it was possible to ensure the share of marketable fruits at the level of 81-93 %. The main causes for non-marketable fruits were to fallen fruits, mechanical damages, and insufficient diameter/skin colour. Marketability and optimal colour of apples is achieved through the introduction of green mechanical pruning, pneumatic defoliation, and timely closing of anti-hail nets. The main factors affecting labour efficiency during apple harvest were the number of picking sessions, mean fruit weight, crop load, and the share of unmarketable fruit. Labour efficiency using a self-propelled platform when harvesting all the fruits in one session is 157-239 kg/h with a potential of up to 190-256 kg/h; when harvesting in several sessions – 104-141 kg/h with a potential of up to 120-167 kg/h.

Key words: apple, harvest, cultivar, marketability, labour efficiency.

Постановка проблеми. Південний Тіроль (Італія) є регіоном з найбільшою концентрацією вирощування яблук в Європі, у якому станом на 2024 рік нараховується 17,6 тис. га насаджень з обсягом виробництва на рівні 910 тис. т [12]. За таких надзвичайно конкурентних умов, досягнення рентабельності виробництва можливо лише при забезпеченні сталого високого рівня врожаю якісних плодів зі значною доданою вартістю та ефективного проведення технологічних операцій в саду з урахуванням сортової агротехніки [2]. Аналіз провідного італійського досвіду інтенсивного вирощування яблуні може бути корисним для подальшої інтенсифікації українського садівництва, а також – для уточнення технологічних карт вирощування й методик розрахунку економічної та біоенергетичної ефективності виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В плодівництві оплата праці домінує в структурі виробничих витрат [9], левову частку якої складає ручний збір врожаю [1]. Враховуючи це, а також нестачу трудових ресурсів, як кваліфікованих, так і сезонних, агровиробники намагаються механізувати або хоча б підвищити продуктивність праці при виконанні найбільш трудомістких операцій [17]. Так, використання самохідних платформ дозволяє прискорити обрізку плодів насаджень на 27-53 %, ручне проріджування зав'язей – на 19-50 %, підв'язування пагонів до шпалери – в половину [15]. Під час збору врожаю на платформі відсоток часу, коли робітники безпосередньо займаються процесом зривання плодів, на 10-25 % більше, ніж при традиційному зборі з драбин [32]. За даними дослідження, яке було проведено в США, купівля першої мультифункціональної платформи дозволяє господарству площею 20 га заощаджувати до 18 тис. доларів щорічно [30].

Мета дослідження – аналіз елементів інтенсивної технології вирощування та збирання яблук різних сортів за допомогою самохідних платформ для виявлення основних чинників, що впливають на товарність плодів та продуктивність праці в саду.

Методика дослідження. Дослідження проводилось у 2024 р. в промислових насадженнях яблуні в провінції Больцано, Північна Італія. Висота ділянки – 230 м н.р.м. Клімат регіону – альпійський, середня багаторічна температура повітря складає +12,1 °С, сума опадів – 825 мм. 2024 рік характеризувався дуже спекотною другою половиною літа, з перевищенням середніх багаторічних значень на 1,7...4,3 °С. Серпень був сухим, з сумою опадів на 77 мм нижче норми. Натомість, у вересні-жовтні було сумарно відмічено 29 дощових днів, що суттєво ускладнило збір яблук.

Було проаналізовано збирання восьми сортів яблук (в дужках – країна походження та інформація щодо сорту [19, 23]):

- Гала (Нова Зеландія, суміш клонів, головний – Gala Schniga® SchniCo Red);
- Голден Делішес (США);

- CIVM49 (Італія, комерційна назва RedPop®, далі по тексту – Ред Поп),
- Ред Делішес (США, суміш клонів, головний – Jeromine);
- Гренні Сміт (Австралія);
- Бребурн (Нова Зеландія);
- Кріппс Пінк (Австралія, основний клон – Rosy Glow, комерційна назва Pink Lady®, далі по тексту – Пінк Леді);
- Кріппс Ред (Австралія, комерційна назва Joys®, далі по тексту – Джоя).

Насадження складаються з односортних кварталів площею 1-1,5 га, віком 5-12 років. Древа щеплені на підщепі М.9 Т337, розміщені за схемою 2,9...3,3×0,8...1,2 м. Висоту дерев під час основного обрізування обмежували на рівні 3,0...3,5 м. Форма крони – веретеноподібна (90 % насаджень) та бі-баум (частково сорти Гала та Пінк Леді). Основне обрізування дерев проводиться вручну під час періоду спокою. Нормування врожаю за необхідності також проводиться вручну, в першій половині червня. Всі насадження мають краплинне зрошення та надкоронове протипримерозкове дощування; у 60 % кварталів встановлено градозахисні сітки. Системи удобрення та захисту рослин – стандартні для регіону.

Збір яблук проводився у пластикові контейнери об'ємом 300 кг за допомогою самохідної платформи Hermes Tecnofruit з конвеєрною подачею плодів, яку обслуговували 4-5 робітників. Платформа була зціплена з причепом, на якому було розміщено запас порожніх контейнерів. Робочий день виступав як повторність. Щоденно визначали сумарну вагу зібраних плодів (окремо товарних та нетоварних) з перерахунком на одного робітника, та середню масу плодів шляхом підрахунку кількості плодів у двох контейнерах. Для визначення загальної продуктивності праці при збиранні плодів сортів, що мають кілька прийомів збору, використовували фактичні суми витрат праці в людино-годинах та об'єму зібраної продукції, щоб отримати об'єктивні зважені дані. Таким чином, в рамках дослідження сумарно було проаналізовано збирання 1,8 млн. яблук, що дорівнює 305 т плодів.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення Minitab 19. Через неоднакову кількість повторностей в різних варіантах досліду, для забезпечення нормального розподілу даних було проведено трансформацію Бокса-Кокса [26], після чого – однофакторний дисперсійний аналіз з тестом Фішера ($p \leq 0.05$) для визначення суттєвих відмінностей між варіантами.

Основні результати дослідження. Однією з обов'язкових умов рентабельності виробництва яблук є забезпечення високої якості продукції. Основні причини, через які плоди вибраковували в рамках дослідження, наведені в таблиці 1. Хоча список дефектів досить широкий, на всіх сортах основна частка нетоварних плодів припадала на падалицю, механічні пошкодження, та недостатній діаметр/забарвлення.

Таблиця 1

Основні чинники, що спричиняють втрати товарних плодів в насадженнях яблуні, 2024 р.

Причини нетоварності плодів	Сорти
Механічні пошкодження та деформації	Всі сорти
Падалиця	Всі сорти
Недостатній розмір плодів: поперечний діаметр менше 65 мм (для Ред Поп – менше 60 мм)	Всі сорти
Занадто великий розмір плодів: поперечний діаметр більше 95 мм	Переважає Ред Делішес
Недостатнє забарвлення плодів	Суцільна пляма червоного рум'янцю від загальної площі поверхні плоду повинна складати щонайменше: – 50 % для Ред Поп, Ред Делішес, Джоя – 40 % для Пінк Леді – 30 % для Гала та Бребурн
Жовтий або рожевий рум'янець	Гренні Сміт
Сонячні опіки	Всі сорти, окрім Пінк Леді та Джоя
Розтріскування плодів	Гала та Бребурн
Ураження плодовими гнилями	Всі сорти
Ураження паршею (<i>Venturia inaequalis</i>)	Більшість сортів
Пошкодження яблуневою плодожеркою (<i>Cydia pomonella</i>)	Всі сорти
Пошкодження жовто-бурым мармуровим клопом (<i>Halyomorpha halys</i>)	Переважає Бребурн
Пошкодження птахами	Переважає крайні ряди червонозабарвлених сортів, в особливості Гала та Пінк Леді

Важливо зазначити, що виробники вимушені враховувати не лише нормативні документи, але й вимоги торговельних мереж. Так, згідно зі стандартом ОЕСР, загальноприйнятим в Італії, товарні яблука повинні мати поперечний діаметр не менше за 60 мм, а верхня межа діаметру не регламентується [22]. Натомість, фактично на ринку плодів регіону реалізувати яблука більшості помологічних сортів як товарні можна лише в межах діаметру 65-95 мм. Такі ж завищені вимоги висувуються і до забарвлення плодів: наприклад, для використання комерційної назви Pink Lady®, 40 % поверхні плоду повинно мати рожеве або червоне забарвлення [27]. При цьому ціна на яблука, що мають більше, ніж 60 % рум'янцю, в півтора-два рази перевищує ціну на плоди із забарвленням у 40 %. Ціна на незабарвлені, а тому нетоварні (хоча й ідеальні згідно з усіма іншими показниками якості) плоди різко падає й покриває лише половину собівартості вирощування.

Частково проблему червоного забарвлення яблук можна вирішити добором клонів. Саме тому в Північній Італії нові сади Пінк Леді закладають клоном Розі Глоу, який раніше формує рум'янець [6, 27], а серед клонів Гали набуває популярності темнозабарвлений ШніКо Ред [18], проте активно застосовуються й агротехнічні заходи. Хоча покращити синтез антоціанів в плодах можна різними способами, зокрема обробкою дерев фітогормональними препаратами [31] та мульчуванням світловідбивними плівками [7, 21], основним агроприйомом, який довів високу ефективність, в регіоні є механічне видалення частини листового апарату дерева для покращення доступу світла до плодів, яке виконується як зелене контурне обрізування

[3, 13], або – пневматична дефоліація [14]. Обрізку та/або дефоліацію проводять за 10-14 днів до першого збору врожаю. Важливо виконати цей прийом в оптимальні строки та не видалити надто багато листків, аби площа асиміляційної поверхні, що залишається на дереві, була достатньою для дозрівання плодів [5, 13].

Другим важливим технологічним прийомом забезпечення якості врожаю є маніпуляції з градозахисними сітками. Окрім своєї безпосередньої функції проти граду, сітки на 19-25 % зменшують проникнення світла в крону [20, 28] та впливають на мікроклімат в саду [8]. Через це, при надто ранньому згортанні сіток збільшується ризик втрат плодів внаслідок сонячних опіків, особливо у верхній частині крони. При збиранні червонозабарвлених сортів без згортання сіток, навпаки, можуть спостерігатися проблеми із набуттям плодами рум'янцю [25]. Тому оптимальним для сортів, які збирають в серпні-вересні, є згортання сіток за тиждень до останнього прийому збору врожаю, а для пізньозимових – перед першим прийомом збору. В реаліях промислового саду, на жаль, виконання цієї операції не завжди можливе через брак часу в пік сезону, адже згортання градозахисних сіток на 1 га вимагає приблизно 20 люд./год. роботи, тому обов'язково його проводять лише на найбільш цінних сортах. В насадженнях сортів Голден Делішес і Гренні Сміт сітки доцільно лишати розгорнутими весь період збору врожаю, адже це запобігає втратам внаслідок сонячних опіків та небажаного рожевого рум'янцю [16]. Це також було підтверджено в умовах даного дослідження: в насадженні сорту Гренні Сміт, де була відсутня градозахисна сітка, частка нетоварних плодів склала 13,0 %, в той час як в сусідньому із сіткою – лише 7,3 %.

У 2024 році збір сорту Джоя проводився в два прийоми, Гали – в три прийоми, та Пінк Леді – в три або чотири прийоми, залежно від віку насаджень (на молодших деревах формування рум'янцю було більш одномірним); решту сортів зібрали в один прийом (рис. 1, табл. 2). Плоди сорту Бребурн через дощову погоду під час збирання попереднього сорту знімали із запізненням, і лише з однієї клітки плоди зібрали в два прийоми, а решту – в один прийом. Також це запізнення вплинуло на те, що частка плодів першого збору була високою та склала 63 %. Спекотна погода в кінці липня – на початку серпня затримала забарвлення яблук сорту Гала, і в перший прийом було зібрано лише 22 % плодів, що менше, ніж характерно для даного сорту [20]. Збирання цих двох сортів дещо перестиглими

також зумовило втрати під час останнього збору внаслідок розтріскування плодів (рис. 1).

Загальний вихід товарних плодів склав 81-93 % залежно від помологічного сорту, що в цілому відповідає даним українських досліджень або дещо їх перевищує [4, 5, 10]. Для всіх сортів, які збирали в декілька прийомів, частка нетоварних плодів суттєво зростала під час останнього збору, що пояснюється, ненабуттям товарності плодами, залишеними на дереві після проміжного збору. Варто враховувати, що наведені в таблиці 2 дані щодо товарності не враховують гнилі плоди, які залишають в міжряддях саду. Сумарно вони додатково зменшують вихід товарної продукції на 1-2 %.

Середня маса плодів залежала від помологічного сорту та, меншою мірою, від прийому

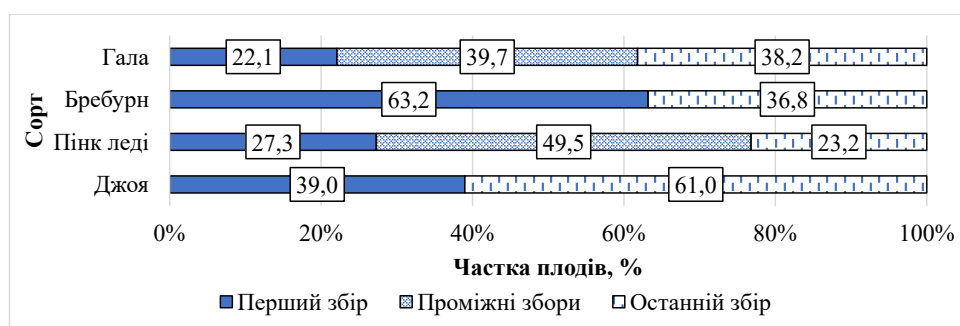


Рис. 1. Розподіл зібраного врожаю яблук по окремих прийомах збирання залежно від помологічного сорту, 2024 р.

Таблиця 2

Сортів та технологічні параметри при збиранні яблук в інтенсивному насадженні, 2024 р.

Сорт	Навантаження врожаєм, т/га	Строки збирання	Середня маса плодів, г	Частка нетоварних плодів, % по масі	Продуктивність праці при зборі плодів, кг товарних яблук / робочий день*
Гала (1-й збір)**	52	12.08-15.08	≈175	≈4	≈950
Гала (2-й збір)		19.08-23.08	174 ± 8 <i>bc</i>	6 ± 2 <i>abc</i>	1018 ± 138 <i>fg</i>
Гала (3-й збір)		26.08-30.08	170 ± 4 <i>c</i>	26 ± 7 <i>h</i>	699 ± 105 <i>h</i>
Голден Делішес	85	07.09-16.09	175 ± 15 <i>bc</i>	18 ± 6 <i>fg</i>	1369 ± 180 <i>cd</i>
Ред Поп	33	16.09-18.09***	148 ± 8 <i>d</i>	9 ± 2 <i>abcde</i>	1254 ± 86 <i>cdef</i>
Ред Делішес	51	18.09-20.09	243 ± 15 <i>a</i>	8 ± 3 <i>abcd</i>	2091 ± 210 <i>a</i>
Гренні Сміт	64	24.09-03.10; 07.11-11.11	171 ± 7 <i>c</i>	9 ± 4 <i>bcd</i>	1465 ± 152 <i>bc</i>
Бребурн (1-й збір)	70	03.10-05.10	177 ± 3 <i>bc</i>	12 ± 2 <i>cde</i>	1286 ± 177 <i>cde</i>
Бребурн (2-й збір)		16.10-18.10	173 ± 3 <i>bc</i>	24 ± 5 <i>h</i>	938 ± 281 <i>gh</i>
Бребурн (збір плодів в 1 прийом)	61	11.10-16.10	168 ± 8 <i>c</i>	13 ± 3 <i>def</i>	1637 ± 253 <i>b</i>
Пінк Леді (1-й збір)	57	28.10-31.10	184 ± 6 <i>b</i>	3 ± 2 <i>a</i>	1094 ± 224 <i>efg</i>
Пінк Леді (проміжні збори)		05.11-12.11; 14.11-19.11	172 ± 7 <i>c</i>	5 ± 3 <i>ab</i>	1230 ± 100 <i>de</i>
Пінк Леді (останній збір)		18.11-24.11	168 ± 7 <i>c</i>	15 ± 3 <i>efg</i>	1114 ± 122 <i>efg</i>
Джоя (1-й збір)	61	12.11-14.11	170 ± 13 <i>c</i>	6 ± 2 <i>abc</i>	1192 ± 253 <i>defg</i>
Джоя (2-й збір)		24.11-26.11	165 ± 5 <i>c</i>	21 ± 7 <i>gh</i>	1230 ± 276 <i>cdef</i>

Примітка: *Фактична тривалість роботи – 8,5 год; **експериментальні дані по повторностях були втрачені, тому статистична обробка не проводилась; ***збирання сорту було заплановано в 2 прийоми, але через погодні умови під час першого збору 04-05.09 було пройдено лише 15-20 % рядів, з решти всі плоди були зібрані в 1 прийом.

збирання. Сорт Ред Делішес характеризувався найбільшими плодами – в середньому 243 г, сорт Ред Поп – найменшими (148 г), решта сортів займала проміжне положення. Для сортів, плоди яких збирали не одночасно, найбільшу масу мали плоди першого збору, проте статистично достовірну різницю було відмічено лише на сорті Пінк Леді. Відомо, що частка плодів у загальній фітомасі дорослого дерева може сягати 35-45 % [11]. Тому, враховуючи значне навантаження дерев врожаєм, якість плодів, яку спостерігали у даному дослідженні, можна вважати високою.

Продуктивність праці при збиранні яблук залежить від низки факторів, основними в умовах даного дослідження можна вважати: кількість прийомів збирання (один чи декілька), середню масу плодів, навантаження врожаєм (не нижче певного рівня), частку нетоварних плодів. До інших, менш впливових чинників, можна віднести товщину плодової стіни в сенсі, наскільки яблука сховані під листям, погодні умови (спеку, холод, росу, дощ) і колір плодів.

Якщо розглянути зважені дані щодо продуктивності праці з урахуванням фактичної сукупної витрати людино-годин на збирання плодів яблук досліджуваних сортів (рис. 2), то чітко виділяються сорти, які збирали в один прийом, з фактичною продуктивністю праці на рівні

157-239 кг/год та потенціалом до 190-256 кг/год. Другу групу складають сорти, які збирали в декілька прийомів – 104-141 та 120-167 кг/год, відповідно. Наочно цю закономірність можна спостерігати на сорті Бребурн, де збір в один прийом дозволив підвищити продуктивність праці у 1,4 раза. Найвищу продуктивність праці при збиранні сорту Ред Делішес можна пояснити найбільшим розміром плодів і компактним габітусом крони, завдяки якому всі яблука на дереві є добре видимими та легко доступними для робітника. Дуже спекотна погода під час збирання сорту Гала, разом зі значною часткою плодів із розтріскуванням, через яку необхідно було ретельно перевіряти кожне зірване яблуко, суттєво знизила продуктивність праці. В цілому, результати даного дослідження відповідають даним наукової літератури щодо продуктивності збирання яблук з використанням платформ [24] (рис. 2).

В одній з частин саду було проведено невдалу спробу впровадити органічну технологію, тому було прийнято рішення зібрати всі плоди як нетоварні (на сік). Це дало змогу оцінити потенціал продуктивності праці при збиранні, коли немає необхідності відбирати плоди з дефектами та контролювати відрив яблук з плодоніжкою, що дозволяє підвищити швидкість збирання на 20-40 %.

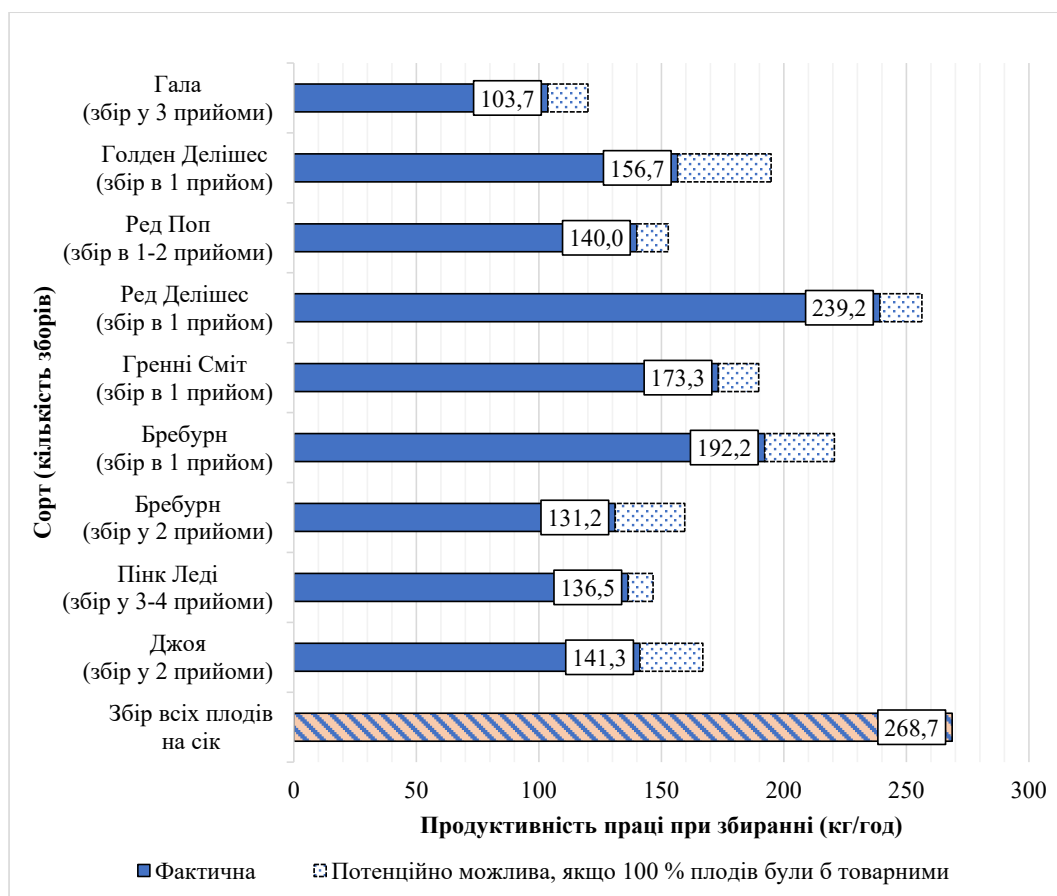


Рис. 2. Фактична та потенційна продуктивність праці при збиранні товарних плодів різних сортів, 2024 р.

Слід зазначити, що продуктивність праці при збиранні плодів не є постійною величиною, навіть якщо плоди знімають за 1 прийом. Платформа рухається «змійкою» через ряд від краю до краю кварталу, і потім повертається по тих рядах, які були пропущені. Верхня зона крон дерев зазвичай менш об'ємна, тому робітники мають змогу зібрати більшість яблук з верхівки дерева в перший прохід платформи, в той час як в нижній частині крон яблука збирають лише до умовної лінії ряду. Тому в насадженнях сортів Ред Делішес та Бребурн, які мають досить компактні крони, продуктивність праці при проході в зворотному напрямку знижувалась на 30 та 16 %, відповідно, в той час як на сорті Гренні Сміт, де крони більш об'ємні, дана тенденція не спостерігалась.

Всередині крони плоди також розміщені неодномірно. Сторона дерева, яка має кращі умови освітлення, формує більшу кількість квіток і плодів [25]. Саме тому, за необхідності доцільно додавати п'ятого робітника на платформу, щоб три людини збирали плоди з більш продуктивної сторони ряду, і дві – з менш продуктивної. Особливо це важливо в разі, коли ряди в саду розміщені не з півночі на південь, і радіаційний баланс насаджень не є оптимальним [29].

Висновки. Інтенсивне вирощування яблуні в Північній Італії дозволяє при високому навантаженні врожаєм забезпечити вихід товарних плодів на рівні 81-93 % і відмінну якість плодів. Товарність і оптимальне забарвлення яблук досягається у тому числі за допомогою зеленого обрізування, пневматичної дефоліації та своєчасного згортання градозахисних сіток. Продуктивність праці при збиранні плодів за допомогою самохідної платформи в один прийом становить 157-239 кг/год з потенціалом до 190-256 кг/год; при збиранні врожаю в декілька прийомів – 104-141 кг/год з потенціалом до 120-167 кг/год.

Подяки. Автор хотів би подякувати М. Хольцнеру за можливість проведення дослідження, А. Редзепі, А. Халілі, А. Азізі та С. Ільянові за допомогу у зборі плодів, а також В. Овчарук за допомогу у підготовці рукопису статті. Автор присвячує дану статтю пам'яті свого Вчителя, доктора с.-г. наук, професора, академіка НААН П.В. Кондратенка.

Література

1. Бондаренко П. Порівняльна оцінка економічної ефективності вирощування насаджень черешні (*Cerasus avium* Moench.) різних конструкцій у Південному Степу України. *Садівництво*. 2018. Т. 73. С. 193–199. DOI: 10.35205/0558-1125-2018-73-193-199
2. Кондратенко П.В., Кондратенко Т.Є. Еволюція технології вирощування яблуні (*Malus domestica* Borkh.). *Садівництво*. 2018. Т. 73. С. 66–74. DOI: 10.35205/0558-1125-2018-73-66-74
3. Леус В., Муленок Я., Харківський О. Інтенсивність забарвлення плодів яблуні сорту Пінова залежно від обрізування перед збиранням. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали VIII Міжнародної

науково-практичної конференції, Харків, 29 лист. 2024 р. / ДБТУ. Харків, 2024. С. 171–173.

4. Леус В., Шубенко Л., Кубрак С. Ефективність застосування мікродобрив в інтенсивному саду яблуні ТОВ «Харківська фруктова компанія». *Садівництво*. 2023. Т. 78. С. 111–120. DOI: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2023-78-111-120>

5. Мельник О., Муленок Я. Продуктивність й економічна оцінка насаджень яблуні на підщепі М.9 залежно від способу і строку обрізування крони. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2020. Т. 16, № 2. С. 128–141. DOI: 10.31548/dopovidi2020.02.012

6. Мельник О., Слободяник Л., Шевчук К. Нове в сортименті яблуні. *Новини садівництва*. 2017. № 1. С. 37–40.

7. Мельник О., Терещенко М., Шарапанюк О. Освітленість крони яблуні під градозахисною сіткою за різних систем утримання ґрунту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С. 98–102. DOI: 10.31395/2310-0478-2019-2-98-102

8. Мельник О., Терещенко М., Шарапанюк О. Мікроклімат насаджень яблуні під протиградовою сіткою за різних систем утримання ґрунту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 105–109. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-105-109

9. Слепцова Л. Економіко-математичне моделювання оптимізації виробничих витрат у садівництві. *Вісник аграрної науки*. 2023. Т. 101, № 2. С. 72–77. DOI: 10.31073/agrovisnyk20230210

10. Слободяник Л. Ріст і урожайність дерев інтродукованих сортів яблуні в інтенсивному насадженні. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2016. Т. 20. С. 86–90.

11. Чецький Б., Заморський В. Фотосинтетичні підвалини продуктивного процесу сортів яблуні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. № 1. С. 102–105. DOI: 10.31395/2310-0478-2022-1-102-105

12. Agriculture. The Italian National Institute of Statistics 2024. URL: <https://www.istat.it/en/agriculture>.

13. Andergassen C., Hey D., Pichler D., Peterlin M., Kelderer M., Robatscher P., Tagliavini M. Summer pruning and pneumatic preharvest-defoliation affect the light distribution within the canopy and improve the fruit quality of two bicolored apple cultivars. *European Journal of Horticultural Science*. 2023. Vol. 88, no. 5. P. 1–12. DOI: 10.17660/eJHS.2023/032

14. Andergassen C., Pichler D. Pneumatic defoliation of apple trees for colour improvement. *Acta Horticulturae*. 2022. Vol. 1346. P. 391–398. DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1346.49

15. Baugher T., Schupp J., Lesser K., Harsh R., Seavert C., Lewis K., Auvil T. Mobile platforms increase orchard management efficiency and profitability. *Acta Horticulturae*. 2009. Vol. 824. P. 361–364. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.824.42

16. Fouché J., Roberts S., Midgley S., Steyn W. Peel color and blemishes in 'Granny Smith' apples in relation to canopy light environment. *HortScience*. 2010. Vol. 45, no. 6. P. 899–905. DOI: 10.21273/HORTSCI.45.6.899

17. Gallardo R., Brady M. Adoption of labor-enhancing technologies by specialty crop producers: The case of the Washington apple industry. *Agricultural Finance Review*. 2015. Vol. 75, no. 4. P. 514–532. DOI: 10.1108/AFR-05-2015-0022
18. Guerra W. Strains improve standard varieties. *European Fruit Magazine*. 2017. No. 6. P. 14–17.
19. Hampson C., Kemp H. Characteristics of important commercial apple cultivars. *Apples: botany, production and uses* / ed. by D.C. Ferree, I.J. Warrington. CABI Publishing, 2003. P. 61–89. DOI: 10.1079/9780851995922.0061
20. Iglesias I., Alegre S. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and probability of Mondial Gala apples. *Journal of Applied Horticulture*. 2006. Vol. 8, no. 2. P. 91–100. DOI: 10.37855/jah.2006.v08i02.22
21. Iglesias I., Alegre S. The effects of reflective film on fruit color, quality, canopy light distribution, and profitability of 'Mondial Gala' apples. *HortTechnology*. 2009. Vol. 19, no. 3. P. 488–498. DOI: 10.21273/HORTECH.19.3.488
22. International standards for fruit and vegetables: Apples. *Organisation for Economic Co-operation and Development*. Paris: OECD Publishing, 2021. 104 p. DOI: 10.1787/12ebba9f-en-fr
23. Karp D., Gasic K. Register of new fruit and nut cultivars List 51. *HortScience*. 2022. Vol. 57, no. 9. P. 1174–1233. DOI: 10.21273/HORTSCI.57.9.1174
24. van der Merwe G. The use of harvesting systems and labourer platforms in the South African deciduous fruit industry : MSc thesis. Stellenbosch University, 2015. 167 p.
25. Mupambi G., Anthony B., Layne D., Musacchi S., Serra S., Schmidt T., Kalcsits L. The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review. *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 236. P. 60–72. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.03.014
26. Piepho H.-P. Data transformation in statistical analysis of field trials with changing treatment variance. *Agronomy Journal*. 2009. Vol. 101. P. 865–869. DOI: 10.2134/agronj2008.0226x
27. Pink Lady®: key points / V. Mathieu et al. Ctifl, 2008. 79 p.
28. Treder W., Mika A., Buler Z., Klamkowski K. Effects of hail nets on orchard light microclimate, apple tree growth, fruiting and fruit quality. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2016. Vol. 15, no. 3. P. 17–27.
29. Trentacoste E., Connor D., Gómez-del-Campo M. Row orientation: applications to productivity and design of hedgerows in horticultural and olive orchards. *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 187. P. 15–29. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.02.032
30. Wells M., Ifft J., Freedland J. Apple harvest platforms: Quantifying efficiency and determining economic benefits. *Fruit Quarterly*. 2017. Vol. 25, no. 1. P. 35–38.
31. Whale S., Singh Z., Behboudian M., Janes J., Dhaliwal S. Fruit quality in 'Cripp's Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Scientia Horticulturae*. 2008. Vol. 115, no. 4. P. 342–351. DOI: 10.1016/j.scienta.2007.10.015
32. Zhang Z., Lu R., Igathinathane C. A time and motion study for evaluation of apple harvest processes with different harvest methods. *Transactions of the ASABE*. 2020. Vol. 63, no. 6. P. 1957–1967. DOI: 10.13031/trans.14144

References

1. Bondarenko, P. (2018). Porivnialna otsinka ekonomichnoi efektyvnosti vyroshchuvannya nasadzen chereszni (*Cerasus avium* Moench.) riznykh konstrukt-sii u Pivdennomu Stepu Ukrainy. [Comparative evaluation of the economic efficiency of cultivating the sweet cherry (*Cerasus avium* Moench.) orchards of different constructions in the Ukraine's Southern Steppe]. *Sadivnytstvo (Horticulture)*, 73, 193–199. DOI: 10.35205/0558-1125-2018-73-193-199 [in Ukrainian]
2. Kondratenko, P., & Kondratenko, T. Evoliutsiia tekhnolohii vyroshchuvannya yabluni (*Malus domestica* Borkh.). [Evolution of the apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivation technology]. *Sadivnytstvo (Horticulture)*, 73, 66–74. DOI: 10.35205/0558-1125-2018-73-66-74 [in Ukrainian]
3. Leus, V., Mulienok, Y., & Kharkivskyi, O. (2024). Intensyvny zabarvlennia plodiv yabluni sortu Pinova zalezno vid obrizuvannya pered zbyranniam. [Intensity of the fruits overcolour of 'Pinova' apple cv. depending on the pruning before harvest]. Scientific basis to raise agricultural production effectiveness: Materials of VIII International scientific and practical conference (pp. 171–173). Kharkiv: SBTU. [in Ukrainian]
4. Leus, V., Shubenok, L., & Kubrak, S. (2023). Efektyvnist zastosuvannya mikrodozuv v intensyvnomu sadu yabluni TOV «Kharkivska fruktova kompaniia». [Efficiency of the application of bio preparations in the intensive apple orchard of Kharkiv Fruit Company LLC]. *Sadivnytstvo (Horticulture)*, 78, 111–120. DOI: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2023-78-111-120> [in Ukrainian]
5. Melnyk, O., & Mulienok, Y. (2020). Produktyvny y ekonomichna otsinka nasadzen yabluni na pidshchepi M.9 zalezno vid sposobu i stroku obrizuvannya krony. [Productivity and economic evaluation of apple orchards on rootstock M.9 depending on crown pruning practices and terms]. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 16(2), 128–141. DOI: 10.31548/dopovid2020.02.012 [in Ukrainian]
6. Melnyk, O., Slobodianyk, L., & Shevchuk, K. (2017). Nove v sortymenti yabluni. [New in apple cultivar array]. *News of Horticulture*, 1, 37–40. [in Ukrainian]
7. Melnyk, O., Tereshchenko, M., & Sharapaniuk, O. (2019). Osvitlenist krony yabluni pid hradozakhysnoiu sitkoio za riznykh system utrymannia gruntu. [Crown lighting in the apple tree orchards under a hail-protective nets at different soil management systems]. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 98–102. DOI: 10.31395/2310-0478-2019-2-98-102 [in Ukrainian]
8. Melnyk, O., Tereshchenko, M., & Sharapaniuk, O. (2020). Mikroklimat nasadzen yabluni pid protyhradovoio sitkoio za riznykh system utrymannia gruntu. [Microclimate in the apple

tree orchards under a hail-protective net at different soil management systems]. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 105-109. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-105-109 [in Ukrainian]

9. Sleptsova, L. (2023). Ekonomiko-matematychne modeliuвання optymizatsii vyrobnychkh vytrat u sadivnytstvi. [Economic-mathematical modeling of optimization of production costs in horticulture]. *Bulletin of Agricultural Science*, 101(2), 72-77. DOI: 10.31073/agrovisnyk202302-10 [in Ukrainian]

10. Slobodianyk, L. (2016). Rist i urozhainist derev introdukovanykh sortiv yabluni v intensyynomu nasadzhenni. [The growth and yielding ability of the apple trees of the introduced varieties in intensive orchard]. *Bulletin of Lviv National Agrarian University. Agronomy*, 20, 86-90. [in Ukrainian]

11. Chetskyi, B., & Zamorsky, V. (2022). Fotosyntetichni pidvalyny produktyvnoho protsesu sortiv yabluni. [Photosynthetic foundations of productive process of apple varieties]. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 102-105. DOI: 10.31395/2310-0478-2022-1-102-105 [in Ukrainian]

12. The Italian National Institute of Statistics (2024). *Agriculture*. URL: <https://www.istat.it/en/agriculture>

13. Andergassen, C., Hey, D., Pichler, D., Peterlin, M., Kelderer, M., Robatscher, P., & Tagliavini, M. (2023). Summer pruning and pneumatic preharvest-defoliation affect the light distribution within the canopy and improve the fruit quality of two bicolored apple cultivars. *European Journal of Horticultural Science*, 88(5), 1-12. DOI: 10.17660/eJHS.2023/032

14. Andergassen, C., & Pichler, D. (2022). Pneumatic defoliation of apple trees for colour improvement. *Acta Horticulturae*, 1346, 391-398. DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1346.49

15. Baugher, T., Schupp, J., Lesser, K., Harsh, R., Seavert, C., Lewis, K., & Auvil, T. (2009). Mobile platforms increase orchard management efficiency and profitability. *Acta Horticulturae*, 824, 361-364. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.824.42

16. Fouché, J., Roberts, S., Midgley, S., & Steyn, W. (2010). Peel color and blemishes in 'Granny Smith' apples in relation to canopy light environment. *HortScience*, 45(6), 899-905. DOI: 10.21273/HORTSCI.45.6.899

17. Gallardo, R., & Brady, M. (2015). Adoption of labor-enhancing technologies by specialty crop producers: The case of the Washington apple industry. *Agricultural Finance Review*, 75(4), 514-532. DOI: 10.1108/AFR-05-2015-0022

18. Guerra, W. (2017). Strains improve standard varieties. *European Fruit Magazine*, 6, 14-17.

19. Hampson, C., & Kemp, H. (2003). Characteristics of important commercial apple cultivars. y D. Ferree, & I. Warrington, *Apples: botany, production and uses* (cc. 61-89). CABI Publishing. DOI: 10.1079/9780851995922.0061

20. Iglesias, I., & Alegre, S. (2006). The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and probability of Mondial Gala apples. *Journal of Applied Horticulture*, 8(2), 91-100. DOI: 10.37855/jah.2006.v08i02.22

21. Iglesias, I., & Alegre, S. (2009). The effects of reflective film on fruit color, quality, canopy light distribution, and profitability of 'Mondial Gala' apples. *HortTechnology*, 19(3), 488-498. DOI: 10.21273/HORTTECH.19.3.488

22. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *International standards for fruit and vegetables: Apples*. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/12ebba9f-en-fr

23. Karp, D., & Gasic, K. (2022). Register of new fruit and nut cultivars List 51. *HortScience*, 57(9), 1174-1233. DOI: 10.21273/HORTSCI.57.9.1174

24. van der Merwe, G. (2015). The use of harvesting systems and labourer platforms in the South African deciduous fruit industry: MSc thesis. Stellenbosch University.

25. Mupambi, G., Anthony, B., Layne, D., Musacchi, S., Serra, S., Schmidt, T., & Kalcsits, L. (2018). The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review. *Scientia Horticulturae*, 236, 60-72. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.03.014

26. Piepho, H.-P. (2009). Data transformation in statistical analysis of field trials with changing treatment variance. *Agronomy Journal*, 101, 865-869. DOI: 10.2134/agronj2008.0226x

27. Mathieu, V., Codarin, S., Mathieu-Hurtiger, V., Tronel, C., & Bordet, M. (2008). Pink Lady®: key points. *Ctifl*.

28. Treder, W., Mika, A., Buler, Z., & Klamkowski, K. (2016). Effects of hail nets on orchard light microclimate, apple tree growth, fruiting and fruit quality. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 15(3), 17-27.

29. Trentacoste, E., Connor, D., & Gómez-del-Campo, M. (2015). Row orientation: applications to productivity and design of hedgerows in horticultural and olive orchards. *Scientia Horticulturae*, 187, 15-29. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.02.032

30. Wells, M., Ifft, J., & Freedland, J. (2017). Apple harvest platforms: Quantifying efficiency and determining economic benefits. *Fruit Quarterly*, 25(1), 35-38.

31. Whale, S., Singh, Z., Behboudian, M., Janes, J., & Dhaliwal, S. (2008). Fruit quality in 'Cripp's Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Scientia Horticulturae*, 115(4), 342-351. DOI: 10.1016/j.scienta.2007.10.015

32. Zhang, Z., Lu, R., & Igathinathane, C. (2020). A time and motion study for evaluation of apple harvest processes with different harvest methods. *Transactions of the ASABE*, 63(6), 1957-1967. DOI: 10.13031/trans.14144