

Уманський національний університет садівництва  
Міністерство освіти і науки України

*Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису*

ЯКОВЕНКО РОМАН ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 634.11: 634.13: 631.8

**РЕФЕРАТ**

**ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯБЛУНІ І ГРУШІ  
ЗА ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ**

06.01.07 – плодівництво  
20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора наук 06.01.07 – плодівництво

\_\_\_\_\_ Роман ЯКОВЕНКО

Науковий консультант

Копитко Петро Григорович, доктор сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2022

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України впродовж 2007–2020 рр.

**Науковий  
консультант:**

**Копитко Петро  
Григорович**

Доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри загального землеробства Уманського національного університету садівництва, Міністерство освіти і науки України

**Опоненти:**

**Кіщак Олена  
Анатоліївна**

Доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НААН України, завідувач селекційно-технологічним відділом Інституту садівництва НААН України

**Лисанюк Віктор  
Григорович**

Доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

**Балаєв Анатолій  
Джалілович**

Доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України, професор кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шикули Національного університету біоресурсів і природокористування України, Міністерство освіти і науки України

Захист відбудеться «16» листопада 2022 року о 11<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 74.844.01 в Уманському національному університеті садівництва за адресою: м. Умань, вул. Інститутська, 1, адміністративний корпус, конференц-зала; телефон: ((04744) 3-20-11).

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Уманського національного університету садівництва за адресою: м. Умань, вул. Інститутська, 1 та на веб-сайті, де розміщено матеріали:

[https://science.udau.edu.ua/ua/zahist\\_doctor\\_nauk.html](https://science.udau.edu.ua/ua/zahist_doctor_nauk.html)

Реферат розіслано «14» жовтня 2022 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



Олена Герасимчук

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Раціональне живлення плодкових насаджень посідає важливе місце в технології вирощування продукції садівництва. Сутність проблеми науково обґрунтованого застосування добрив у насадженнях яблуні й груші, що тривалий період і повторно вирощуються на постійному місці (повторне насадження, повторна культура), залежно від вікових періодів, особливостей підщеп, помологічних сортів, а також від змін властивостей ґрунту під впливом удобрення, залишається недостатньо вивченою.

Завдання оптимізування основних властивостей ґрунту раціональним застосуванням мінеральних елементів живлення, яких не вистачає найбільшою мірою, особливо актуальне за вирощування плодкових насаджень на місці розкорчованих, де крім незбалансованого живлення молодих дерев, проявляється ґрунтовтома.

Підтриманню стабільно високої продуктивності та якості плодів у повторних насадженнях яблуні і груші сприяє науково обґрунтована система удобрення через оптимізацію мінерального живлення та підвищення ефективної родючості ґрунту в садових ценозах впродовж вікових періодів плодкових дерев.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконувались у 2007–2020 рр. у рамках програм Уманського національного університету садівництва (УНУС): «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (ДР 0101U004495, 2007–2015 рр.), «Оптимізація використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (ДР 0116U003207, 2016—2020) й «Удосконалення існуючих та розробка нових технологій вирощування садивного матеріалу, плодів, ягід і винограду в Правобережному Лісостепу України» (ДР 0101U004495, 2011–2020). Результати роботи використано в звітах навчально-наукової лабораторії УНУС «Оптимізації родючості ґрунту в плодоягідних насадженнях (зі статусом лабораторії масових аналізів)» за темою: «Унікальна дослідницька агроєкосистема яблуневого саду Уманського національного університету садівництва» (ДР 0109U006616, 0110U006039, 0111U008769, 0112U008172; 2008–2016 рр.), за замовленням Міністерства аграрної політики та продовольства України.

**Мета і завдання досліджень.** Мета досліджень – забезпечення високої продуктивності та якості плодів незрошуваних насаджень яблуні і груші різних сортопідщепних комбінувань (за повторної культури на темно-сірому опідзоленому ґрунті) застосуванням оптимізованої системи удобрення впродовж вікових періодів дерев.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання:

- дослідити вплив тривалого удобрення повторних насаджень яблуні і груші на властивості ґрунту в різні вікові періоди дерев;
- удосконалити спосіб визначення норм азотних, фосфорних і калійних добрив для оптимізованого ґрунтового удобрення плодоносних насаджень яблуні і груші;
- виявити вплив ґрунтовтоми на ріст молодих дерев яблуні на вегетативно-

розмножуваній (вегетативній) слаборослій підщепі за повторної культури;

– розробити спосіб прискорення морфогенезу плодоносних утворень груші на середньорослій підщепі за позакореневого підживлення комплексом елементів живлення;

– виявити за повторної культури вплив тривалого удобрення яблуні і груші на різних підщепах на вміст у листках вологи, елементів живлення та пігментів;

– дослідити рівень урожайності та якісні показники плодів яблуні і груші у різні вікові періоди дерев залежно від помологічного сорту, підщепи й оптимізованого ґрунтового удобрення в повторних насадженнях;

– встановити вплив оптимізованого ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення на продуктивність груші на середньорослій підщепі в різні вікові періоди дерев (за повторної культури);

– розрахувати й оцінити економічну ефективність виробництва яблук і груш різних сортопідщепних комбінуваль (за повторної культури) залежно від оптимізованого ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення у різні вікові періоди дерев.

*Об'єкт дослідження* – повторні насадження яблуні і груші. Ґрунт з-під саду. Системи удобрення.

*Предмет дослідження* – особливості росту та плодоношення дерев яблуні і груші різних сортопідщепних комбінуваль за повторного вирощування й оптимізованого удобрення. Показники родючості ґрунту за різних систем удобрення.

*Методи дослідження*: польові (садові), вегетаційні, лабораторно-польові, лабораторні та статистичні.

Методологічними основами дослідження є закони діалектики і системний підхід до дослідження продуктивності насаджень в системі ґрунт – дерево – плоди.

Тривалі садові досліді проведено з метою вивчення впливу оптимізованого ґрунтового удобрення на формування продуктивності насаджень яблуні і груші у різні вікові періоди дерев; вегетаційний дослід – для встановлення впливу ґрунтовтоми на ріст молодих дерев яблуні на вегетативній слаборослій підщепі.

Лабораторно-польові досліді проведено з метою вивчення можливості зниження дії ґрунтовтоми зміщенням саджанців яблуні на карликовій підщепі відносно осі ряду, а також сівбою сидеральних культур і внесенням органічних добрив у пристовбурну смугу щойно розкорчованих дерев.

Лабораторними методами (агрохімічні, фізичні, фізико-хімічні, біологічні, анатомічні) досліджено зразки ґрунту та рослинної продукції з насаджень яблуні і груші.

Крім математико-статистичних (дисперсійного, кореляційного) методів, для визначення структури взаємозв'язків комплексу ознак яблуні і груші використано метод кореляційних плеяд.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Новизна роботи полягає у встановленні закономірностей підвищення продуктивності повторних насаджень яблуні і груші сильно- та середньорослих сортопідщепних комбінуваль за оптимізованого удобрення в різні вікові періоди і розробки заходів послаблення

дії ґрунтовтоми у новозакладених насадженнях за повторної культури.

**Вперше:**

- визначено відмінне (від яблуні) реагування груші на підщепі айва А на родючість ґрунту, зокрема, рівні живлення азотом і калієм та потребу у вищій забезпеченості ґрунту рухомими сполуками цих мінеральних елементів для насаджень цієї культури;

- встановлено динаміку вмісту гумусу та показників фізико-хімічних властивостей ґрунту за оптимізованого удобрення повторних насаджень яблуні і груші, а також нівелююче негативний вплив ґрунтовтоми значення органічного удобрення попереднього саду;

- встановлено істотне послаблення росту дворічних дерев яблуні на темно-сірому опідзоленому ґрунті після вирощування яблуні впродовж 84 років;

- розроблено спосіб прискорення морфогенезу плодоносних утворень груші в насадженнях на вегетативній підщепі за позакореневого підживлення комплексом елементів живлення у визначені періоди вегетації;

- встановлено ефективне підвищення продуктивності повторних насаджень яблуні і груші оптимізованим удобренням з високими щорічними врожайми якісних плодів у різні вікові періоди дерев;

- встановлено економічну доцільність застосування оптимізованого ґрунтового удобрення в повторних насадженнях сортопідщепних комбінунвань яблуні і груші в різні вікові періоди дерев.

**дістало подальшого розвитку:**

- теоретичне обґрунтування і практичне підтвердження системи удобрення насаджень груші на вегетативній підщепі з оптимізуванням поживного режиму ґрунту основним удобренням та позакореневим підживленням;

- зниження дії ґрунтовтоми за повторного вирощування яблуні на карликовій підщепі на місці розкорчованого саду зміщенням місця садіння на 0,5 м і більше в бік міжряддя;

- зниження ґрунтовтоми вирощуванням у пристовбурних смугах гірчиці білої (*Sinapis alba*), чорнобривців розлогих (*Tagetes patula*) та внесення органічних добрив у розрахунку 40 т/га напівперепрілого гною великої рогатої худоби (ВРХ).

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблена й рекомендована система удобрення з оптимізацією родючості ґрунту основним внесенням органічних і мінеральних добрив та позакореневим підживленням макро- і мікроелементами, що підвищує продуктивність сортопідщепних комбінунвань яблуні і груші у повторних незрошуваних насадженнях – Лісостепової зони.

Обґрунтовано перспективність використання органічної системи удобрення у вирощуваних раніше насадженнях яблуні, а також оздоровлення ґрунту посівом гірчиці і чорнобривців та внесенням органічних добрив перед закладанням нових.

Запропоновано спосіб прискорення морфогенезу плодоносних утворень груші на слаборослій вегетативній підщепі позакореневим підживленням комплексом елементів живлення у визначені періоди вегетації.

Практичні рекомендації запроваджено в промислових плодкових насадженнях наступних областей: Черкаська – НВВ Уманського НУС, ТОВ

Сіріус-Агро, ТОВ Софт торг, ФГ Гарна справа, ФГ Вікторія, ФГ Червона калина–С, Дослідній станції помології ім. Л. П. Симиренка Інституту садівництва НААН України, Вінницька – ТОВ Сад-Логіст, ФГ РІА, Чернівецька (ФГ Макосад) і Миколаївська (ТОВ Підгур'ївське), що підтверджено актами впровадження. В садівничих регіонах України поширюється науково-технічна інформація, зокрема з удобрення насаджень яблуні і груші, та надається дорадча допомога асоціації Укрсадпром (довідка).

Основні теоретичні положення дисертації знайшли практичне відображення у викладанні дисциплін “Плодівництво” і «Спеціальне плодівництво» в Уманському національному університеті садівництва (підтверджено довідкою), посібнику «Плодівництво» та патентах на корисну модель.

**Особистий внесок здобувача** полягає у формуванні мети та завдань досліджень, методологічному обґрунтуванні способів реалізації, розробленні структурно-логічної схеми і концепції, узагальненні відомостей з наукової літератури, виконанні польових (садових), вегетаційних, лабораторно-польових та лабораторних досліджень, аналізі і статистичній обробці отриманих результатів, розрахунках економічної ефективності, підготуванні матеріалів до опублікування, а також практичному випробуванні та формуванні висновків і пропозицій виробництву.

Автор опрацював методики, виконав 60–80 % обсягу експериментальних та морфо-анатомічних досліджень.

У вивченні особливостей росту та плодоношення яблуні і груші залежно від оптимізованого удобрення брали участь П. Г. Копитко, В. Г. Чорна, Н. Ф. Казанюк, Н. Я. Пушка (дослід 1), П. Г. Копитко, І. П. Петришина (дослід 2). Частка автора у спільних публікаціях складає 25–80 %.

**Апробація результатів досліджень.** Результати досліджень та основні положення дисертаційної роботи обговорювалися на засіданнях кафедри плодівництва і виноградарства та конференціях професорсько-викладацького складу (2007–2021) і вченій раді (2019) Уманського національного університету садівництва; фаховому семінарі „Плодоовочівництво” (2016); Міжнародних науково-практичних конференціях «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2012–2018), «Нове промислове садівництво» (Дніпровське, 2018), «Сучасні виклики та проблеми науки» (Вашингтон, 2020), «Актуальні проблеми науки і практики» (Амстердам, 2021), «Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення» (Житомир, 2022), Міжнародних наукових інтернет-конференціях «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства» (Тернопіль, 2014), «Інновації в садівництві» (Умань, 2017, 2019, 2021), Всеукраїнських наукових конференціях молодих учених (Умань, 2009–2012), Всеукраїнській науковій конференції – IV Симиренківські читання «Адаптивні сорти та технології – основи сучасного садівництва» (Київ, 2009), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив» (Умань, 2019), III Національному Дні саду (Чемерівці, 2016), Днях саду Уманського НУС «Сучасні технології в садівництві» (Умань, 2019, 2020), регіональному семінарі для керівників і спеціалістів садівничих господарств Дніпропетровської області

(Спаське, 2008), науково-практичному семінарі «Мліївський інститут помології ім. Л. П. Симиренка та кафедра плодівництва і виноградарства Уманського агроуніверситету – садівникам Черкащини» (Мліїв, 2009), науково-практичному семінарі «Сучасні технології вирощування яблуні і смородини від компанії Самміт-Агро Юкрейн» (Мліїв, 2013), виробничому семінарі із садівництва від компанії «Седна-Агро» (Нова-Ушиця, 2016), вебінарі «Основи продовольчої безпеки від аграріїв» (Умань, 2022).

**Публікації за матеріалами дисертації.** За матеріалами дисертації опубліковано 59 статей та тез доповідей, з яких 19 у фахових виданнях України, п'ять – у міжнародних наукометричних базах Scopus і Web of Science. За матеріалами досліджень отримано три патенти на корисну модель. Результати досліджень викладено в навчальному посібнику «Плодівництво».

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота викладена на 384 сторінках комп'ютерного набору, вона містить 279 сторінок основного тексту, складається зі вступу, 9 розділів, висновків і рекомендацій, включає 93 таблиці, 38 рисунків. Додатки включають таблиці, рисунки, сканкопії, список публікацій за темою та відомості про апробацію результатів дисертації. Список використаних джерел літератури містить 576 найменувань, з яких 155 латиницею.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ВСТУП**

У вступі обґрунтовано актуальність досліджень, сформульовано мету і завдання, визначено об'єкт, предмет й методи дослідження, зазначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, подано відомості про апробацію та впровадження у виробництво.

### **ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І ПЛОДОНОШЕННЯ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ ТА ГРУШІ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ (огляд літератури)**

Проаналізовано відомості з джерел літератури щодо напрямів досліджень особливостей росту і плодоношення насаджень яблуні та груші, залежно від мінерального живлення, в насадженнях різних конструкцій на сильнорослих насінневих і слаборослих вегетативних підщепах. Здійснено огляд наукової літератури щодо особливостей живлення плодкових культур, зокрема яблуні і груші на різних підщепах, а також зміни властивостей ґрунту під впливом добрив, ґрунтовоми та заходи щодо її подолання в насадженнях цих культур, що вирощуються повторно. Розглянуто особливості росту і плодоношення дерев у різні вікові періоди та якісні показники плодів залежно від сортопідщепних комбінувань з урахуванням ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення.

### **МІСЦЕ, УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження за темою дисертації проводились упродовж 2007–2020 рр. у дослідних садах яблуні і груші Уманського національного університету

садівництва, що знаходиться в сільськогосподарській зоні Лісостепу в природно-сільськогосподарській провінції Лісостепова Правобережна Бугсько-Середньо-Дніпровського природно-сільськогосподарського округу Маньківського природничо-сільськогосподарського району за географічними координати 48°45'00" північної широти і 30°13'10" східної довготи.

Клімат зони досліджень помірно-континентальний з нестійким зволоженням, нерівномірністю атмосферних опадів і температури повітря.

Ґрунт дослідних ділянок темно-сірий опідзолений. Міжряддя в насадженнях утримували під чистим, а пристовбурні смуги – гербіцидним паром. Дослідні насадження незрошувані. Система захисту насаджень від шкідників, хвороб і бур'янів здійснювалася за прийнятою в навчально-виробничому відділі Уманського НУС програмою.

**Дослід 1** закладено С. С. Рубіним у 1931 р. і проводився впродовж 50-річного періоду вирощування яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі з схемою садіння 10×10 м. Після цього реконструйовано шляхом викорчовування в 1982 р. зі збереженням ділянок досліджуваних варіантів у 1984 р., на насіннєвій (сіянці Антонівки звичайної) підщепі посаджено дерева сортів Кальвіль сніговий та Айдаред (останній сорт також на вегетативній підщепі М.4) зі схемою садіння 7×5 м. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений, де вміст гумусу в шарі 0–20 см становив 2,41 %, у шарі 20–40 см – 2,23 %, азоту (за нітрифікаційною здатністю після 14-денного компостування) відповідно – 16,4 і 15,9 мг/кг ґрунту, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і K<sub>2</sub>O (за методом Егнера–Ріма–Домінго) відповідно 154 і 136 та 269 і 254 мг/кг ґрунту, рН<sub>KCl</sub> – 5,2 і 5,3, сума увібраних основ – 25,0 і 26,0 мг-екв/100 г ґрунту. Схема тривалого (з 1931 р.) дослідження включала варіанти: 1) без удобрення (контроль), 2) гній 40 т/га (органічна система удобрення), 3) гній 20 т/га + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (органомінеральна система), 3) N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> (мінеральна система). У дослідному саду гній (ВРХ) та фосфорні (суперфосфат гранульований) і калійні (калій хлористий) добрива вносили через рік восени під оранку в міжряддях на глибину 18–20 см, а азотні (аміачну селітру) – щорічно у половинних дозах навесні під культивування (дискування) в міжряддях на глибину 12–15 см. Дослід віднесено до реєстру наукових об'єктів, як унікальну дослідницьку агроєкосистему яблуневого саду, що становить національне надбання держави (розпорядження № 1103-р Кабінету міністрів України від 5.12. 2007).

**Дослід 2** для уточнення параметрів оптимізованих фонів мінерального живлення закладено в 2010 р. автором з сортами груші Конференція й Основ'янська 2007 р. садіння (підщепа айва А) на місці викорчуваного грушевого саду зі схемою садіння 5×3 м. У схемі дослідження варіанти: 1) без удобрення (абсолютний контроль), 2) N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (виробничий контроль), 3) розрахункові норми добрив, як для насаджень яблуні (фон), 4) фон + N<sub>30</sub>, 5) фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, 6) фон + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>. При закладанні дослідження рівень забезпечення темно-сірого опідзоленого ґрунту нітратним азотом (за нітрифікаційною здатністю) був недостатній (вміст N–NO<sub>3</sub> в шарі 0–40 см становив 16,5 мг/кг ґрунту, що менше оптимального рівня (23,5 мг/кг) на 7 мг/кг, а рухомими сполуками фосфору і формами калію (за методом Егнера–Ріма–Домінго) відповідно вищий і в межах



достатнього рівня (в шарі 0–60 см вміст  $P_2O_5$  становив 166 мг/кг за оптимального 70–100 мг/кг і  $K_2O$  – 250 мг/кг за оптимального 230–280 мг/кг ґрунту). Для створення оптимального фону мінерального живлення ґрунті основними елементами за показниками агрохімічних аналізів ґрунту згідно з відповідними методичними рекомендаціями Уманського НУС (Копитко, 2001) була розрахована норма лише азотного добрива для доведення вмісту  $N-NO_3$  в ґрунті до оптимального рівня, яка становила 35,5 кг/га азоту. Далі ґрунт у досліді аналізували щорічно і за результатами аналізів розраховували норми азотного добрива (аміачна селітра) для підтримання оптимального вмісту  $N-NO_3$  в кореневмісному шарі ґрунту (0–40 см). У різні роки норми добрив становили у межах 35–55 кг/га азоту. За результатами агрохімічних аналізів у 2012 році виявлено, що й рівень рухомих форм калію у шарі 0–60 см нижчий від оптимального. Для доведення його вмісту до оптимального на удобрюваних ділянках розраховано (залежно від вмісту  $K_2O$  на кожній з них) і внесено такі кількості калійного добрива (калій хлористий): у фоновому варіанті – 230–260 кг/га; фон +  $N_{30}$  – 275–330; фон +  $N_{30}K_{30}$  – 115–320; фон +  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 200–330 кг/га. Ці кількості  $K_2O$ , внесеного з калійним добривом, розраховані на підтримання його оптимального вмісту в ґрунті впродовж 3–4-річного періоду. За результатами агрохімічних аналізів у 2018 році виявлено, що на дослідних ділянках вміст рухомих сполук фосфору був вищий, а форм калію в дослідних варіантах нижчий від оптимального. Тому для доведення його вмісту до оптимального на удобрюваних дослідних ділянках було розраховано і внесено такі кількості діючої речовини калійного добрива: у фоновому варіанті – 96–252 кг/га; фон +  $N_{30}$  – 36–96; фон +  $N_{30}K_{30}$  – 56–240 кг/га.

**Дослід 3** закладено в 2015 р. автором у насадженні ґруші Уманського НУС 2007 р. садіння зі схемою розміщення дерев сорту Основ'янська на середньорослій вегетативній підщепі айві А 5×3 м. Метою дослідження було забезпечення стабільно високої врожайності та якості плодів ґруші за підтримання рівноваги між ростом і плодоношенням застосуванням позакореневого підживлення азотом й комплексним добривом DripFert на фоні оптимального забезпечення ґрунту основними макроелементами. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений з вмістом гумусу в шарах 0–20 і 20–40 см відповідно 3,5 і 3,2 %, азоту (за нітріфікаційною здатністю після 14-добового компостування) – 15,5 і 17,4 мг/кг,  $P_2O_5$  і  $K_2O$  (за методом Егнера–Ріма–Домінго) – 164,0 і 68,0 та 293,0 і 206,0 мг/кг ґрунту,  $pH_{KCl}$  ґрунту – 6,4 і 6,6. Схема досліду включає варіанти: 1) вода (контроль), 2) Карбамід (виробничий контроль), 3) DripFert 18-18-18 + ME (B, Fe, Mn, Zn, Cu), 4) DripFert (18-18-18 + ME) + DripFert (13-40-13 + ME), 5) DripFert (18-18-18 + ME) + DripFert (13-40-13 + ME) + DripFert (5-15-40 + ME). Перше обприскування карбамідом (0,5 %-й розчин) проводили через 10 діб після цвітіння, наступні два з інтервалом 10–14 діб. Водорозчинне добриво DripFert (0,3 %-й розчин) з різним вмістом N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  та мікроелементами (B, Fe, Mn, Zn, Cu) вносили у фази: розпускання бруньок (18-18-18 + мікроелементи (ME), рожевий бутон (18-18-18 + ME) і (13-40-13 + ME), ріст плодів (18-18-18 + ME), (13-40-13 + ME) і (5-15-40 + ME). Вода ( $pH$  7,2) для обприскування використовувалася із свердловини. Витрата робочої

рідини з розрахунку 1000 л/га. У ґрунті вміст NPK у варіантах із удобренням доводили до оптимального рівня.

**Дослід 4** – з удобренням груші сорту Золотоворітська на вегетативній підщепі айві А зі схемою садіння 5×3 м закладено автором у насадженнях Уманського НУС 2007 р. садіння. Метою досліджень було підтримання рівноваги між ростом і плодоношенням для забезпечення стабільно високої врожайності та якості плодів груші, застосуванням позакореневого підживлення азотом й комплексним добривом Реаком СР-СО на фоні ґрунтового удобрення нормами добрив, розрахованими на доведення вмісту поживних речовин до оптимальних рівнів. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений з вмістом гумусу в шарах 0–20 і 20–40 см відповідно 3,5 і 3,2 %, азоту (за нітрифікаційною здатністю після 14-добового компостування) – 15,5 і 17,4 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і K<sub>2</sub>O (за методом Егнера–Ріма–Домінго) – 164,0 і 68,0 та 293,0 і 206,0 мг/кг ґрунту, рН<sub>KCl</sub> ґрунту – 6,4 і 6,6. Схема досліду включає варіанти з внесенням у ґрунт розрахованих за результатами агрохімічних аналізів норм азотних, фосфорних і калійних добрив (вносились азотні (аміачна селітра) розраховані за показниками нітрифікаційної здатності ґрунту і калійні (калій хлористий) за достатнього вмісту в ґрунті фосфору згідно методичних рекомендацій (Копитко, 2001) і позакореневим підживленням карбамідом (0,5 %-й розчин) та комплексним добривом Реаком СР-СО (0,3 %-й розчин). Деревя на контрольних ділянках обприскувались лише водою. Перше обприскування проводили через 10 діб після цвітіння, наступні три – з інтервалом 10–14 діб. Витрата робочої рідини з розрахунку 1000 л/га.

**Дослід 5** (вегетаційний) з вивчення впливу ґрунтовтоми на саджанці яблуні, посаджених після розкорчовування 34-річного яблуневого саду з різними системами удобрення було закладено навесні 2019 року автором і П. Г. Копитком. Однорічні саджанці сорту Чемпіон на карликовій підщепі М.9 Т337 висаджено в пластикові циліндри (висота – 30 см, діаметр – 35 см) по п'ять у кожному варіанті з 20 кг темно-сірого опідзоленого ґрунту, відібраного із шару 0–30 см на місці розкорчованого саду та поряд у полі, де дерева не вирощувалися (контроль). Інші п'ять заповнювали ґрунтом із 400 г коріння, що відібране під час розкорчовування саду на ділянці, що 84 роки не удобрювалася. Наступні п'ять посудин заповнювали також контрольним неудобрюваним ґрунтом із саду з подвійною кількістю коріння (800 г), а ще п'ять посудин – ґрунтом із саду, відібраним на ділянці удобрюваній упродовж 84-річного періоду гноєм ВРХ (по 40 т/га через рік) також з корінням (по 426 г у кожній посудині). Отже, дослід включав такі варіанти: 1) ґрунт із поля (контроль); 2) неудобрюваний ґрунт із саду з однією масою коріння; 3) неудобрюваний ґрунт із саду з подвійною масою коріння; 4) удобрюваний гноєм ґрунт із однією масою коріння.

**Дослід 6** (лабораторно-польовий) з вивчення ґрунтовтоми був проведений автором у 2010 р. в дослідному яблуневому саду «голландського типу» на карликовій підщепі М.9 Т337. Із зони ряду й міжряддя на різній глибині та відстані від дерева в насадженнях 1996 і 2009 рр. садіння відібрано проби ґрунту, де методом біопроби визначено вплив токсичних речовин на проростання насіння пшениці ярої.

**Дослід 7** (лабораторно-польовий) з вивчення ґрунтовтоми був закладений

автором і О. В. Мельником у 2018 р. в дослідному яблуневому саду на середньорослій підщепі ММ.106. Об'єктом досліджень був ґрунт після викорчовування дерев восени 2016 р. Навесні 2018 р. в зоні ряду висіяно, із подальшим зароблянням зеленої маси, гірчицю білу (*Sinapis alba*) та чорнобривці розлогі (*Tagetes patula*), внесені органічні добрива (напівперепрілий гній ВРХ) в розрахунку 40 т/га, замінено ґрунт на той, де не вирощувався сад (з поля). Схема досліду включала такі варіанти: 1) ґрунт без обробки (контроль), 2) вирощування та заробляння в ґрунт маси чорнобривців, 3) вирощування та заробляння в ґрунт маси гірчиці, 4) внесення гною (ВРХ) в розрахунку 40 т/га, 5) ґрунт із поля. Зелену масу чорнобривців і гірчиці перед цвітінням скошували, підсушували і заробляли у ґрунт. Визначено показники родючості ґрунту і токсичних речовин.

У тривалому стаціонарному досліді з 1931 по 1982 р. системи удобрення яблуні вивчали С. С. Рубін, Н. Є. Попова та П. Г. Копитко; з 1982 р. у повторному насадженні, посадженому в 1984 р. – П. Г. Копитко та автор дисертації. У польовому досліді з оптимізацією мінерального живлення груші в період з 2012 по 2014 рр. сумісно з автором дослідження проводили П. Г. Копитко та І. П. Петришина. За погодженням з ними автор використовує деякі матеріали у своїй дисертаційній роботі та висловлює їм свою щирю вдячність.

Обліки і спостереження проводили за загальноприйнятими методичними рекомендаціями Уманського НУС (Г. К. Карпенчук, О. В. Мельник, 1987) та Інституту садівництва НААН України (П. В. Кондратенко, М. О. Бублик, 1996).

Площу листової пластинки визначали методом висічок (В. Ф. Мойсейченко, В. О. Єщенко, 1985). Товщину листової пластинки вимірювали приладом «Тургомметр – І». Вміст хлорофілу «а» і «b» визначали за методикою Т. М. Годнева (1952), загальну вологу в листках – висушуванням у сушильній шафі за температури 100–105 °С (М. М. Городній, 2005), а зв'язану воду – рефрактометрично (А. І. Єрмаков, 1972). Вміст у листках загальних сполук азоту, фосфору та калію визначали за МВВ 31–497058–019-2005.

Відбирання ґрунтових проб і підготовку їх до аналізу проводили згідно з ДСТУ 4287 і ДСТУ ISO 11464. Вміст у ґрунті гумусу визначали оксидиметричним методом ДСТУ 4289:2004; фосфору та калію – за методом Егнера–Ріма–Домінго (ГОСТ 2620-91); активну кислотність ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) – іометричним методом за ДСТУ ISO 10390:2007; гідролітичну кислотність – за ДСТУ 7537:2014; суму вбирних основ за методом Каппена (ГОСТ 27821-88); вологість ґрунту – за ДСТУ ISO 11465:2001; щільність – за методом Н. А. Качинського (ДСТУ ISO 11272:2001); структурно-агрегатний склад у модифікації Н. І. Савінова – за ДСТУ 4744:2007; нітрифікаційну здатність визначали за методом Кравкова (ДСТУ 7538:2014); токсичність ґрунту – методом біопроби у відношенні до насіння пшениці ярої (П. Г. Акулов, А. С. Доценко, С. В. Лукін, 1995).

У плодах визначали вміст розчинних сухих речовин – рефрактометрично за ДСТУ 8402:2015; загальний вміст цукрів – перманганатним методом за ДСТУ 4954:2008; кислотність – титрометрично (ДСТУ 4957:2008); вітамін С – за ДСТУ 7803:2015; вміст нітратів у плодах груші – за ДСТУ 4948:2008. Лабораторні дослідження паренхіми плодів груші проводили в лабораторних умовах за методичними рекомендаціями В. В. Заморського (2006).

Облік урожайності проводили після ручного збирання плодів. Оцінку товарної якості плодів проводили сортуванням зібраних яблук згідно ГСТУ 01.1–37–160:2004, а груші – за ГСТУ 01.1–37–162:2004.

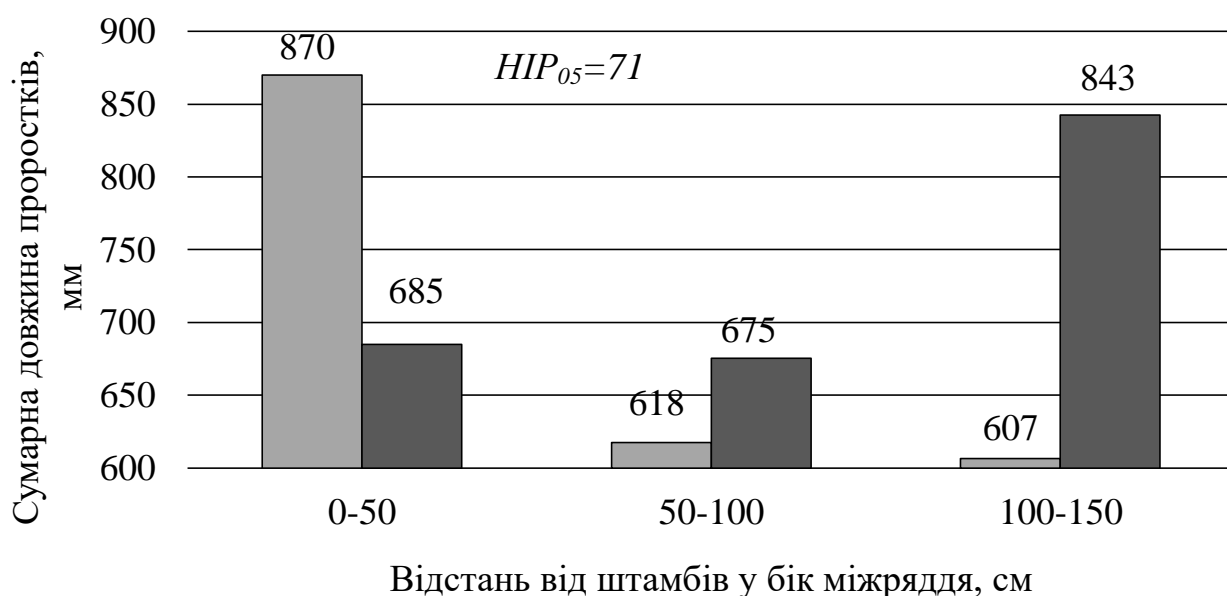
Економічну ефективність вирощування плодів яблуні і груші за повторної культури залежно від систем удобрення розраховували згідно методичних вказівок (О. М. Шестопаць, 2002, 2006). Витрати розраховували щорічно відповідно до виконаних робіт за технологічними картами.

Для статистичної обробки результатів досліджень і визначення достовірності та істотності одержаних експериментальних даних застосовували дисперсійний та кореляційний методи статистичного аналізу. Використовували комп'ютерні програми MS Excel і Statistica 10.

### ГРУНТОВОМА ТА ЗАХОДИ ЇЇ ПОСЛАБЛЕННЯ

**Наявність у ґрунті токсинів.** У лабораторно-польовому досліді найнижчу токсичність ґрунту у шарах 0–20 і 20–40 см виявлено в контролі, де ґрунт відбирався з польової сівозміни, з довжиною проростків пшениці ярої відповідно до 964 і 1137 мм. Найменша довжина проростків, а відповідно більша токсичність ґрунту – у варіанті з повторним вирощуванням молодого саду (764 мм в шарі 0–40 см). Вплив токсинів також проявлявся на проростанні пшениці ярої. З найнижчим показником у шарі 0–40 см за повторного вирощування саду, порівняно з контролем і 14-річним садом.

Оскільки нові насадження можуть закладатися в межах всієї ділянки, доцільно спостерігати за накопиченням токсинів на всій поверхні ґрунті (рис. 1).



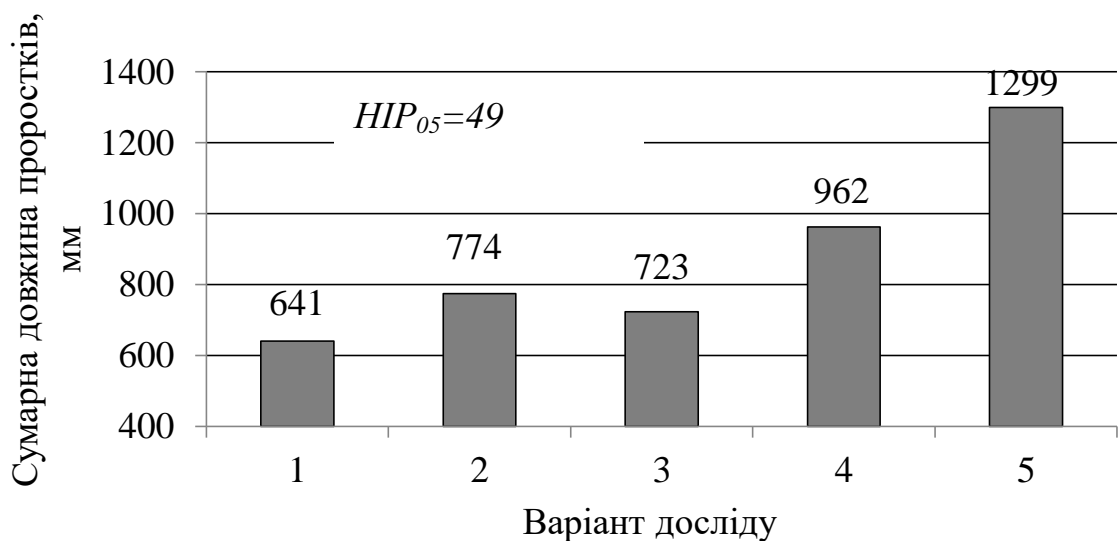
**Рис. 1.** Сумарна довжина проростків пшениці залежно від місця відбору проб ґрунту в міжрядді саду:

□ 14 річний сад, ■ повторно вирощуваний сад.

Збільшенню довжини проростків пшениці у повторно вирощуваному насадженні яблуні сприяло віддалення від дерева до 150 см у бік міжряддя.

Найменший сумарний приріст і відповідно найбільша дія ґрунтовтоми проявлялася на відстані 0–50 см від штамба повторно посаджених дерев, де у ґрунті активно розкладаються залишки коренів. Істотне зменшення довжини проростків, порівняно з плодоносним садом, склало 185 мм.

За передсадивної підготовки ґрунту з метою зниження ґрунтовтоми, сумарна довжина проростків пшениці найбільша за використання ґрунту з поля, де не вирощували багаторічні насадження (рис. 2). За внесення органічних добрив (40 т/га гною) і вирощування та заробляння в ґрунт зеленої маси гірчиці білої токсичність ґрунту в шарі 0–60 см також зменшувалася, з показником довжини проростків 962 та 723 мм. Внесення гною, а також вирощування та заробляння в ґрунт надземної маси чорнобривців розлогих зумовлювало найбільше ослаблення токсичності у верхньому шарі ґрунту 0–40 см.



**Рис. 2.** Вплив передсадивної підготовки ґрунту (шар 0–60 см) на сумарну довжину проростків пшениці ярої: 1–ґрунт без обробки (контроль); 2–вирощування та заробляння в ґрунт маси чорнобривців розлогих; 3–вирощування та заробляння в ґрунт маси гірчиці білої; 4–внесення гною (ВРХ) в розрахунку 40 т/га; 5–ґрунт із поля.

**Нейтралізація ґрунтовтоми за повторного вирощування яблуні.** У вегетаційному досліді встановлено, що однорічні саджанці яблуні сорту Чемпіон на підщепі М.9 добре прижилися після садіння (навесні 2019 р.), однак впродовж двох вегетаційних сезонів росли не однаково. *Фітомаса саджанців* на ґрунті з поля (контроль) за два роки зросла на 555 г, проте показник дерев на неудобреному ґрунті з розкорчованого саду з додаванням відповідно 400 і 800 г коріння старих дерев яблуні на 95 (17 %) і 79 г (14 %) менший та на удобреному ґрунті з додаванням 426 г коріння менший на 15 г (3 %) (табл. 1, рис. 2).

У структурі фітомаси найбільшу частку 46–48 % посідала деревина з корою, а найменшу – листя (7–8 %), без істотних відмінностей між варіантами дослідю. Однак виявлено слабку тенденція до зменшення частки листя зі збільшенням маси коріння в неудобреному ґрунті з саду.

**Таблиця 1 – Структура фітомаси (суха маса) трирічних дерев яблуні сорту Чемпіон у вегетаційному досліді (2020 р.)**

Варіант	Вся фітомаса		Деревина з корою		Коріння		Листя		Плоди	
	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
Ґрунт з поля (контроль)	794	100/* 100	367	46	173	22	56	7	198	25
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 400 г	698	88/ 100	319	46	166	24	54	8	149	21
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 800 г	716	90/ 100	330	46	169	24	53	7	164	23
Удобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 426 г	795	100/ 100	370	46	172	22	54	7	199	25
<i>НІР<sub>01</sub></i>	36		21		13		4		23	

Примітка: \*До rischi фітомаса варіанту порівняно з контрольними деревами на ґрунті з поля; після rischi – фітомаса кожного варіанту.



**Рис. 3. Надземна частина трирічних дерев яблуні сорту Чемпіон у вегетаційному досліді (2020 р.): 1 – неудобрюваний ґрунт з саду з додаванням 400 г коріння яблуні; 2 – неудобрюваний ґрунт з саду з 800 г коріння яблуні; 3 – удобрюваний ґноєм ґрунт із саду з 426 г коріння яблуні; 4 – ґрунт з поля (контроль).**

Найбільше плодів зафіксовано у варіанті з удобреним ґрунтом із саду з додаванням 426 г коріння – 5–10 плодів на дерево (в контрольному варіанті 3–9) і найменше на неудобрюваному ґрунті з саду з додаванням 400 г 2–5 плодів та 3–6 плодів за 800 г коріння. Середня маса сухої речовини плодів найменша (на 25 %)

на ґрунті з саду додаванням 400 г коріння, а за подвійної кількості – 800 г коріння показник дещо більший зокрема на 34 г (17 %) маси контрольних плодів на ґрунті з поля, що в обох варіантах істотно порівняно з масою контрольних плодів.

Загальна кількість плодоносних утворень (кільчатки, списики і прутики) відповідно на 30 та 22 % більша у варіантах з удобреним ґрунтом із саду та поля порівняно з неудобрюваним ґрунтом з додаванням 400 г коріння, та на 15 та 23 % у неудобрюваному ґрунті з подвійною масою коріння (800 г). Кількість плодоносних утворень у варіантах з додаванням одинарної (400 г) і подвійної (800 г) маси коріння істотно не різнилася.

### **ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ В ПОВТОРНИХ НАСАДЖЕННЯХ ЯБЛУНІ І ГРУШІ ЗА ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ**

**Агрохімічні властивості ґрунту.** В початковий період росту дерев яблуні за повторного вирощування (дослід 1) *вміст гумусу* в кореневмісному шарі 0–60 см за перші роки - (до 1991 р.) знизився на 0,37 % у неудобрюваному ґрунті та на 0,49–0,65 % – в удобрюваному ( $НІР_{05} = 0,14$ ), далі – до 2007 р. – зростав, після чого до 2013 року встановилась відносна рівновага гумусованості й підвищення вмісту гумусу помітно сповільнилося. Найвищий рівень показника – 2,72–2,86 % за органічної системи удобрення, дещо нижчий - за органо-мінеральної (2,56–2,72 %) та значно нижчий – 2,28–2,32 % – за мінеральної системи. Найнижчий рівень гумусованості ґрунту – 1,89–2,02 % був на контрольних ділянках без удобрення.

Упродовж перших 10 років вирощування насаджень груші (дослід 2) *вміст гумусу* в шарі ґрунту 0–60 см найбільш знизився на контрольних ділянках без удобрення – на 0,21 %. Дещо менше – в межах 0,16–0,18 % - на ділянках з оптимізацією рівня елементів живлення та додаткового внесення 30 кг/га д. р азотних добрив. За внесення  $N_{90}$  втрата гумусу значно – на 0,14 % менша, що все ж істотно, порівняно з абсолютним контролем.

На фонах різних систем удобрення яблуні після 84-річного використання насаджень забезпеченість ґрунту *нітратним азотом* у різні вікові періоди дерев помітно змінювалася. Впродовж росту та плодоношення *вміст мінерального азоту* на ділянках без удобрення найменший, тоді як у варіантах з органічною чи органо-мінеральною системою удобрення нітрифікаційна здатність відповідно на 4,6 та 4,1 мг  $N-NO_3$ /кг ґрунту вища, проте це все ж менше оптимального рівня 22–25 мг/кг у шарі 0–40 см для яблуні на темно-сірому опідзоленому ґрунті. В наступному періоді – плодоношення і росту – цей показник рівня азотного живлення дещо вищий в усіх досліджуваних варіантах, особливо за тривалого удобрення гноєм. Його перевищення у варіантах з удобренням склало 13–39 % порівняно з контролем. У період плодоношення *вміст азоту нітратів* у ґрунті підвищився в усіх варіантах з найвищим показником за внесення органічних добрив, що на 64 % вище контролю. На ділянках з удобренням його *вміст* був дещо вищий оптимального рівня для темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Тривале удобрення насаджень яблуні значно змінило *вміст рухомих сполук і форм фосфору й калію* в ґрунті. У шарі 0–60 см усіх дослідних ділянок *вміст фосфору* був високий упродовж усіх вікових періодів, що значно перевищував

оптимальні (70–100 мг/кг ґрунту) для яблуні рівні. В період плодоношення на ділянках з удобренням вміст рухомих фосфатів на 67–90 % перевищили показник контролю.

Вміст калію знаходився в оптимальних (230–280 мг/кг) для яблуні на темно-сірому ґрунті межах, за виключенням меншого показника контрольного варіанту в період плодоношення. Найвищий вміст рухомих форм калію забезпечила органічна система з внесенням через рік 40 т/га гною ВРХ, зокрема на 29 % вищим від контролю без удобрення.

У досліді 2 – з оптимізованим удобренням груші на основі розрахованих норм азоту і калію, за показниками агрохімічних аналізів, вміст N–NO<sub>3</sub> (за нітрифікаційною здатністю ґрунту) та K<sub>2</sub>O підтримувався в межах оптимальних рівнів упродовж усього 10-річного періоду досліджень. Додаткове до фонового внесення добрив сприяло підвищенню вмісту N–NO<sub>3</sub> і K<sub>2</sub>O відповідно лише на 2,7–3,1 і 7,8–8,4 мг/кг і дещо помітніше – на 17,8 мг/кг ґрунту – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

За тривалого 84-річного удобрення насаджень яблуні помітно змінилася активна кислотність кореневмісного шару ґрунту 0–60 см. Зі збільшенням кислотності на ділянках контрольного варіанту та з внесенням органічних чи органічних і мінеральних добрив відповідно на 0,16, 0,41 й 0,21 од. рН<sub>KCl</sub>, тоді як внесення лише мінеральних добрив зумовило підкислення ґрунту на 0,02 од. рН<sub>KCl</sub>.

Найбільше підвищення кислотності в кореневмісному шарі ґрунту насаджень груші – на 0,6 од. рН<sub>KCl</sub> порівняно з початковим, відзначено у варіанті виробничого контролю з внесенням N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>.

**Фізичні властивості ґрунту.** Встановлено зміну щільності ґрунту в різні вікові періоди повторного вирощування насадження яблуні, особливо без внесення добрив (контроль) та у варіанті N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>, де впродовж 34 років вирощування чітко проявляється ущільнення. За органічної чи орґано-мінеральної системи удобрення щільність ґрунту знизилася відповідно на 14 і 12 % порівняно з контролем.

У незрошуваному насажденні яблуні виразне зменшення запасів доступної вологи з 1990 по 2016 рр. – на 66 % відбулося на контролі без удобрення і 50 % у варіанті N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>, тоді як за внесення органічних чи орґано-мінеральних добрив втрати вологи дещо менші – відповідно 41 й 44 %.

У незрошуваному насажденні груші з 2010 по 2019 рр. найменша втрата запасу вологи – 31 % відбулася у варіанті Фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub> і дещо більше (37 %) у виробничому контролі.

**Біологічні властивості ґрунту.** Інтенсивність дихання ґрунту на ділянках досліджуваних варіантів в різні вікові періоди значно різнилася з найбільш інтенсивним виділенням ґрунтового CO<sub>2</sub> у серпні. В середньому за роки досліджень найбільше виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту в період вегетації зафіксовано у варіанті з внесенням 40 т/га гною, що на 25–30 % вище контролю.

Подібно до яблуні в насажденні груші впродовж вегетації спостерігалася закономірність щодо інтенсивності виділення ґрунтового CO<sub>2</sub>. Найбільш інтенсивно вуглекислий газ виділявся з кореневмісного шару ґрунту на ділянках варіантів Фон + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> і виробничого контролю, з перевищенням контрольних показників на 9 %.



## ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ФІТОМАСИ ПОВТОРНО ВИРОЩУВАНИХ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ І ГРУШІ ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ

**Водний режим листя.** У віковий період плодоношення вміст *загальної вологи* у листі яблуні сорту Айдаред на обох підщепах вищий у варіантах з удобренням, із максимальним значенням 66,4–67,1 % для дерев на насінневій і 65,9–67,0 % для дерев на вегетативній М.4 підщепах у червні та найнижчим рівнем у серпні – відповідно 53,9–54,8 і 54,3–54,8 %.

Вологість листя дерев груші сорту Конференція в період плодоношення і росту на 3,7 % вища у червні ( $HP_{05} = 1,1$ ). Найвищий показник для обох сортів виявлено у варіанті Фон +  $N_{30}K_{30}$ . На зміну вмісту в листі вологи найвищий вплив – 71 % – спричинив помологічний сорт і значно слабшою була дія чинника удобрення (14 %).

Перевищення вмісту вологи у листі дерев сорту Конференція в серпні на ділянках варіантів Фон +  $N_{30}K_{30}$ ,  $N_{90}P_{60}K_{90}$  і Фон +  $N_{30}P_{30}K_{30}$  склало відповідно 2,0, 1,6 та 1,3 %, порівняно з контролем. Листки груші сорту Основ'янська відзначалися істотно вищим вмістом вологи за внесення розрахункових норм добрив та  $N_{30}$  і  $N_{30}K_{30}$ , з перевищенням абсолютного контролю (без добрив) відповідно на 1,2 і 1,6 %, а виробничого контролю – на 0,8 і 1,2 %. На зміну показника помітно вплинув чинник удобрення (48 %) з невисокою дією помологічного сорту (4 %).

Встановлено більший *вміст вільної води* у листках груші сортів Конференція та Основ'янська на початку вегетації і значно менший у середині сезону. Вміст зв'язаної води вищий у всіх варіантах, порівняно з контролем. За стресових ситуацій в посушливих умовах чи за підвищеної температури внесення добрив позитивно впливало на обводненість листя обох досліджуваних сортів.

У досліді 3 з вивчення ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення *вміст загальної вологи* у листі дерев груші сорту Золоторітська досить низький як у перший (червень), так і в другий (серпень) строки відбору зразків. Ґрунтове удобрення розрахованими нормами азоту і калію сприяло накопиченню в листі на 5,0 і 5,1 % вищого рівня води, порівняно з контролем без удобрення. Позакореневе підживлення 0,5 %-м карбамідом сприяло вищому обводненню листків, порівняно з сумісним внесенням карбаміду і Реакому СР-СО.

**Вміст у листках пігментів.** Залежно від віку насаджень, *вміст хлорофілів a+b* в листках яблуні сорту Айдаред на насінневій і вегетативній (М.4) підщепах та сорту Кальвіль сніговий на підщепі насінневій змінювався. В найбільш продуктивний період плодоношення показник сорту Айдаред на насінневій підщепі істотно більший – 152,0 мг/100 г – за органо-мінеральної системи удобрення, а на вегетативній М.4 – 152,1 мг/100 г – на ділянках з внесенням лише органічних добрив. У листках сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі вищу на 8 % від контролю суму хлорофілів спостерігали за органо-мінеральної системи удобрення.

У досліді 2 – з оптимізованим удобренням сума хлорофілів a+b в листках груші сорту Конференція перевищила показник сорту Основ'янська. У різні вікові періоди росту й плодоношення найбільшим показником характеризувалися дерева у варіантах  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль) і Фон +  $N_{30}K_{30}$ : перевищення

абсолютного (без удобрення) контролю в листках сорту Конференція склало в період росту і плодоношення 10 і 9 та сорту Основ'янська 10 і 11 %, а в період плодоношення і росту відповідно 21 і 16 % та 10 і 11 %.

У досліді 4 – з ґрунтовим удобренням і позакореневим підживленням груші сорту Золотоворітська встановлено, що сумарний вміст у листі хлорофілів з весни поступово наростає і сягає максимуму в серпні, надалі знижується. Найвищий показник упродовж усієї вегетації зафіксовано за позакореневого підживлення 0,5 %-м карбамідом + 0,3 %-м Реаком СР-СО, як за оптимізованого ґрунтового удобрення – 140,1–157,4, так і без нього 132,7–150,0 мг/100 г сирової маси. Ґрунтове удобрення азотними добривами сприяло істотному підвищенню вмісту в листі хлорофілів, порівняно з контролем за такого удобрення.

Зі збільшенням віку та підвищенням продуктивності насаджень яблуні і груші хлорофілу в листках накопичується менше.

**Вміст у листках макроелементів** також залежав від віку насаджень й особливостей удобрення. У період плодоношення *вміст азоту* у листках сорту Айдаред на насінневій чи вегетативній підщепі на ділянках з удобренням перебував у оптимальних межах відповідно 2,30–2,37 та 2,25–2,27 % на суху речовину. У контрольному варіанті без удобрення вищим показником виділялися дерева на насінневій підщепі. Показник сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі в усіх досліджуваних варіантах також у межах оптимуму з найвищим рівнем за внесення мінеральних добрив. *Вміст фосфору та калію* в листках дерев досліджуваних сортопідщепних комбінувань знаходився в оптимальних межах.

У досліді 2 – з оптимізованим удобренням вміст азоту в листках груші в період плодоношення і росту дещо змінювався залежно від сортових особливостей та врожайності насаджень і загалом перебував в оптимальних для цієї культури межах 2,0–2,6 %. В оптимальних межах ( $P_{2O_5}$  – 0,13–0,25 %) перебував також вміст фосфору у листках сорту Конференція за виключенням «фонових» варіантів із розрахованими нормами добрив і Фон +  $N_{30}K_{30}$ , де рівень нижчий оптимуму. Показник сорту Основ'янська перебував в оптимальних межах лише на ділянках контрольних варіантів. Вміст калію у листках обох досліджуваних сортів нижчий оптимуму ( $K_2O$  – 1,4–2,3 %) в усіх досліджуваних варіантах. Дещо вищі показники спостерігалися за додаткового внесення азоту та калію ( $N_{30}K_{30}$ ) на фоні розрахованого оптимального забезпечення ґрунту НРК.

У досліді 4 – з вивченням ґрунтового оптимізованого удобрення та позакореневого підживлення вміст азоту в листках сорту Золотоворітська на всіх дослідних ділянках перебував у межах оптимального рівня. Найвищий показник виявлено за позакореневого внесення азоту з Реакомом СР-СО на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення – 2,29 %, що істотно вище контролю на 0,16 % ( $HP_{05}=0,10$ ). Вміст фосфору в листках дерев у всіх варіантах досліді також у межах оптимуму, з найвищим показником на контрольних ділянках без удобрення. Вміст калію нижчий оптимуму в усіх варіантах. За оптимізованого ґрунтового удобрення вміст азоту в листках істотно – на 6 % вищий, порівняно з контролем.

**Баланс фітомаси яблуні залежно від довготривалого удобрення.** Структура фітомаси 34 річних дерев яблуні залежала від підщепи, помологічного

сорту та мінерального живлення з більшою часткою деревини і коренів, а частка плодів для сорту Айдаред на насіннєвій підщепі склала 7,7–9,1 % і 9,4–9,9 % – на вегетативній М.4. Частка деревини у контрольному варіанті більша від варіантів з удобренням. Деревя яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі вирізнялися більшою загальною біологічною продуктивністю порівняно з сортом Айдаред на тій же підщепі, а також більшою часткою плодів – 7,9–10,6 % у загальній масі на ділянках усіх варіантів.

## РІСТ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ І ГРУШІ У ПОВТОРНИХ НАСАДЖЕННЯХ ЗА ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ

**Активність росту.** У досліді 1 характер латерального росту штамба дерев яблуні за 34-річного повторного вирощування визначався особливостями підщепи. У різні вікові періоди *приріст обхвату штамба* дерев сорту Айдаред на насіннєвій підщепі у контрольному варіанті на 3–22 % більший, ніж на М.4, з найменшою різницею в період росту і плодоношення та найбільшою – плодоношення. Істотної різниці між дослідними варіантами з удобренням у молодому віці не виявлено, тоді як у старшому (1997-2003 рр.) приріст менший у всіх варіантах, порівняно з попереднім періодом, та істотно більший у варіантах де вносили добрива, порівняно з контролем. У період плодоношення річний приріст обхвату штамба істотно на 2,4 і 2,5 та 1,6 і 2,1 мм переважав у варіантах з органічним та органо-мінеральним удобренням, як на насіннєвій, так і вегетативній М.4 підщепах.

Внесення 40 т/га гною в період росту і плодоношення сприяло істотному – на 2,6–4,5 мм більшому річному приросту товщини штамба дерев сорту Кальвіль сніговий, порівняно з деревами інших досліджуваних варіантів ( $HP_{05}=2,1$ ). У періоди плодоношення і росту та плодоношення менше потовщення штамба дерев у всіх досліджуваних варіантах зумовлювалося вищою врожайністю та послабленням росту дерев, з найвищим показником за органічної системи удобрення.

У досліді 2 з оптимізованим удобренням дерев контрольного варіанту сорту Конференція в період росту і плодоношення характеризувалися істотно – на 2,4 мм (або 39 %) меншим приростом товщини штамба, порівняно з сортом Основ'янська. Приріст штамба молодих дерев груші обох сортів відповідно на 1,1 і 1,2 мм або на 18 і 14 % більший у варіанті виробничого контролю, а додатково внесення азотних та азотних і калійних добрив (на фоні оптимізованого удобрення розрахованими дозами) також сприяло істотно – відповідно на 13 і 18 та 12 і 8 % більшому приросту діаметра штамба, порівняно з показниками ділянок абсолютного контролю (без удобрення).

*Приріст пагонів* молодих дерев на дослідних деревах сорту Айдаред на обох підщепах у період росту слабкий (19,4–22,2 см) у всіх варіантах за можливого впливу ґрунтової, недостатнього вологозабезпечення за відсутності зрошення. У період плодоношення і росту приріст зростав у всіх досліджуваних варіантах з найбільшим показником 26,1 см дерев на насіннєвій підщепі за органо-мінеральної системи удобрення та на вегетативній М.4 за органічного удобрення (25,3 см), причому збільшення приросту істотне, порівняно з

контролем. У сильнорослих дерев на насіннєвій підщепі показник на 1,4 см більший порівняно з менш сильнорослими на М.4 ( $HP_{05} = 1,3$ ). У період плодоношення довжина пагонів на обох підщепах й усіх варіантах удобрення знову зменшилася, за причини вищої врожайності та можливої нестачі вологи. Істотне збільшення показника сильнорослих і середньорослих (на М.4) дерев на удобрених ділянках, порівняно з контролем у цей період відповідно склало 10–15 і 13–20 %.

Подібно до сорту Айдаред на сильнорослій насіннєвій підщепі, змінювався приріст пагонів дерев сорту Кальвіль сніговий. Середня довжина річного приросту не зменшувалася і зростала в період плодоношення, що, вірогідно, пов'язано з вищою стійкістю цього місцевого сорту до ґрунтового-кліматичних умов регіону.

У досліді 2 з удобренням груші в період росту і плодоношення приріст пагонів сортів Конференція та Основ'янська в усіх варіантах відбувався інтенсивно. Перевищення показників контролю по сорту Конференція у варіантах з розрахованими нормами добрив та додатковим внесенням  $N_{30}$  склало 15 %. Меншим приростом відрізнялися дерева сорту Основ'янська і, на відміну від Конференції істотно більший показник – 69,8 см спостерігався на ділянках виробничого контролю.

У період плодоношення і росту приріст пагонів зменшився за причини активнішого закладання генеративних бруньок й вищої врожайності. Найдовші пагони на деревах обох сортів виявлено у варіанті  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль) з перевищенням абсолютного контролю (без удобрення) на 10 % для сорту Конференція і 27 % – для Основ'янської.

У досліді 4 з ґрунтовим удобренням та позакореневим підживленням насаджень груші встановлено, що позакореневе підживлення азотом і комплексним добривом (на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення) сприяло істотному збільшенню приросту пагонів сорту Золотоворітська, порівняно з контролем відповідно на 10 і 12 %.

**Площа листкової поверхні** – функція площі листкової пластинки, яка різнилася по сортах, а також вікових періодів росту і плодоношення та рівнів мінерального живлення. Показник молодих дерев яблуні сорту Айдаред на насіннєвій підщепі (1990–1996 рр.) істотно більший – на 42 %, порівняно з контролем за тривалого внесення органічних добрив, а на вегетативній підщепі М.4 – на 28 % за внесення мінеральних добрив. Зі збільшенням віку дерев та наростанням об'єму крони у 1997–2003 і 2007–2016 рр. листкова поверхня в усіх досліджуваних варіантах зростала з найбільшим показником за органічної та органо-мінеральної систем удобрення на обох типах підщепи.

У досліді 2 з оптимізованим удобренням насаджень груші сортів Конференція та Основ'янська в період росту і плодоношення площа листкової поверхні у виробничому контролі та варіанті Фон +  $N_{30}$  збільшилася відповідно на 63 і 59 й 44 і 35 %. У наступному періоді плодоношення та росту істотне збільшення показника дерев сорту Конференція в цих варіантах порівняно з контролем становило відповідно 18 та 17 %, а показник сорту Основ'янська найбільший у варіантах  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль) – 22 і Фон +  $N_{30}K_{30}$  – 17 %.

У досліді 4 з ґрунтовим удобренням і позакореневим підживленням сумарна листкова поверхня дерев груші сорту Золотоворітська значно залежала від способу застосування добрив. У різні вікові періоди істотно більшим показником характеризувався варіант з позакореневим внесенням карбаміду та комплексного добрива Реаком СР-СО зі збільшенням, порівняно з контролем, відповідно на 27 і 14 %. У молодому віці (період росту і плодоношення) вплив ґрунтового удобрення на площу листкової поверхні істотний, порівняно з контролем, тоді як у наступному періоді – плодоношення і росту – в межах похибки досліді.

**Параметри крон.** Освоєння площі живлення 34-річними деревами сорту Айдаред на насіннєвій підщепі на ділянках з удобренням перебувало в межах оптимуму 70,8–72,1 %. Дерева на підщепі М.4 подібного рівня не досягли, площа живлення 7×5 м для дерев на цій середньорослій підщепі неоптимальна.

Рівень освоєння площі живлення деревами сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі в період плодоношення також достатній (70,4–87,2 %), а серед систем удобрення найвищі показники досягнуті за органічної системи з внесенням через рік 40 т/га гною.

Недостатнє освоєння площі живлення сортом Конференція в період плодоношення і росту, можливо, зумовлене відсутністю зрошення й слаборослістю дерев цього помологічного сорту. Істотніше освоєння площі відбулося на ділянках виробничого контролю – 19,9 % і Фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 19,2 %. Дерева сильнорослого сорту Основ'янська освоювали площу живлення більшою мірою, зокрема на рівні 27,8 % у варіанті N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> і 25,7 % – Фон + N<sub>30</sub>.

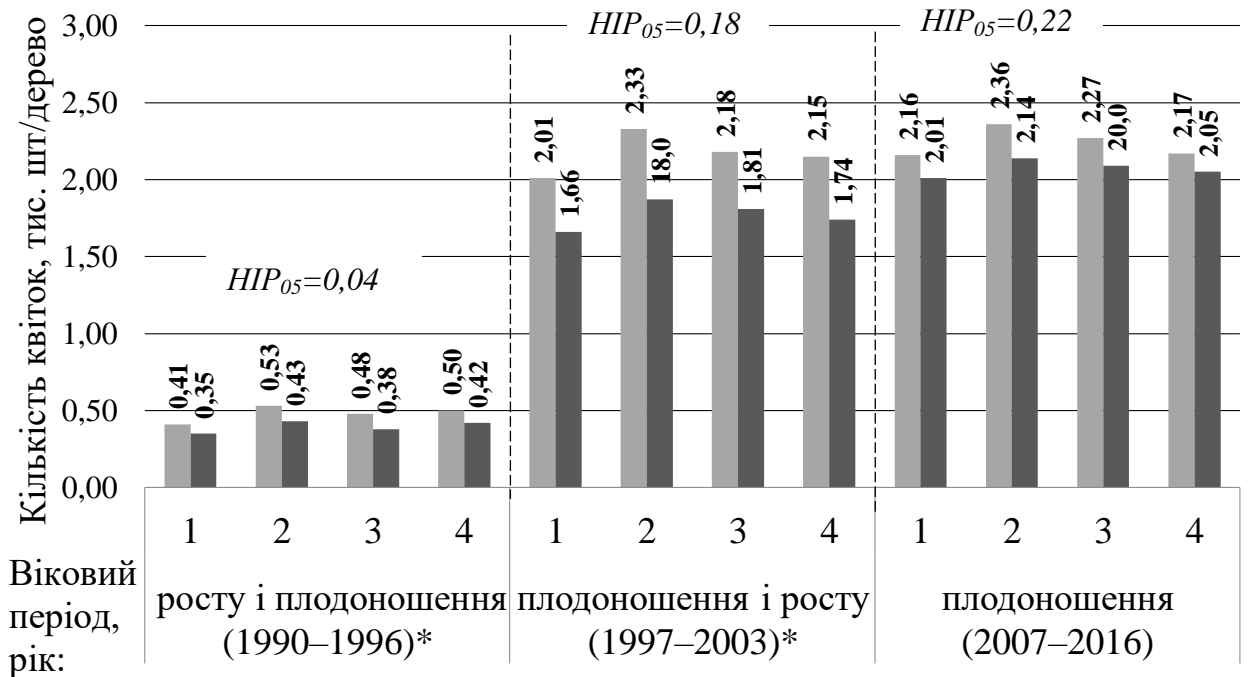
## УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ТА ГРУШІ ЗА ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ І ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

**Плодоношення насаджень.** Залежно від рівня ґрунтового мінерального живлення та інших показників родючості ґрунту, на ділянках з удобренням молоді дерева сорту Айдаред почали плодоносити з різною інтенсивністю, зокрема дещо раніше почали цвісти на вегетативній підщепі М.4, порівняно з насіннєвою. На всіх удобрюваних ділянках із обома сортопідщепними комбінуваннями *кількість квіток* відповідно на 80–130 і 30–70 шт/дерево більша, ніж на контрольних без удобрення (рис. 4). У період плодоношення і росту дерева на обох підщепах більш активно цвіли за органічного удобрення з істотно – на 13 і 16 % більшою від контрольної. За орґано-мінеральної та мінеральної систем удобрення подібне перевищення неістотне – відповідно на 8 і 9 % та 7 і 5 %. У найбільш продуктивний віковий період плодоношення дерева сорту Айдаред на насіннєвій підщепі цвіли подібно до попереднього, а на вегетативній М.4 активніше, ніж у попередній період.

На відміну від цвітіння, на *зав'язування плодів* у різні вікові періоди росту і плодоношення удобрення впливало менше. У найбільш продуктивний період – плодоношення – показник дерев на насіннєвій і вегетативній М.4 підщепах сягав рівня відповідно 21,8–22,6 та 22,7–23,3 %. *Навантаження дерев плодами* у цей віковий період на обох підщепах істотно - на 12 і 9 % більше за органічного удобрення, порівняно з результатами контрольного варіанту (без удобрення).

Цвітіння дерев сорту Кальвіль сніговий у період плодоношення серед

варіантів істотно не відрізнялося. За органічної та органо-мінеральної систем удобрення квіток на деревах на 3 % більше, а за мінеральної – на 2 % менше, ніж на контрольних. Плодів найбільше на ділянках з удобренням гноєм – на 81 шт (19 %), що істотно перевищувало показник контрольних ділянок без удобрення ( $НІР_{05} = 53$ ).



**Рис. 4** Інтенсивність цвітіння дерев яблуні сорту Айдаред на насіннєвій (□) і вегетативній М.4 (■) підщепах залежно від удобрення за повторного вирощування: 1 – без удобрення (контроль), 2 – гній 40 т/га, 3 – гній 20 т/га + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, 4 – N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>.

Примітка: \*За даними П. Г. Копитка.

У досліді 2 з оптимізації родючості ґрунту більшою кількістю квіток (256–314 шт/дер.) в період росту і плодоношення насадження груші (2010–2012 рр.) вирізнявся сорт Конференція. Найбільший показник – за додаткового до оптимізованого фону мінерального живлення (на основі розрахованих норм) внесення N<sub>30</sub> та N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, з істотним перевищенням результату контрольного варіанту (без удобрення). Активність цвітіння дерев сорту Основ'янська нижча, однак на всіх ділянках з удобренням кількість квіток істотно перевищила контрольні.

Значно більша кількість квіток обох сортів у період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) на деревах обох сортів. Найбільш активно цвіли дерева сорту Основ'янська на ділянках з розрахованими нормами добрив (фон) і з додатковим внесенням N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, де показник відповідно на 405 і 394 більший контролю без добрив. Результат сорту Конференція нижчий – 832–961 шт/дереву, з максимумом у варіанті фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, що на 76 шт/дер. перевищило контроль ( $НІР_{05} = 59$ ).

Найбільше плодів обох сортів у період плодоношення і росту у варіанті фон + N<sub>30</sub> з перевищенням контролю відповідно 39 і 36 шт/дер. ( $НІР_{05} = 7$ ).

Порівняно із сортом Конференція навантаження плодами дерев сорту Основ'янська в початковий період плодоношення істотно менше. Оптимізоване удобрення дерев груші сорту Конференція з додаванням  $N_{30}K_{30}$  істотно збільшило число плодів на дереві, порівняно з виробничим контролем.

У 2010–2012 рр. вплив сорту на зміну навантаження дерев плодами сягав 78 %, а чинника удобрення – на рівні 7 %, тоді як 2013–2019 рр. вплив досліджуваних чинників змінювався – сорту знизився до 3 %, а удобрення підвищилося до 27 %.

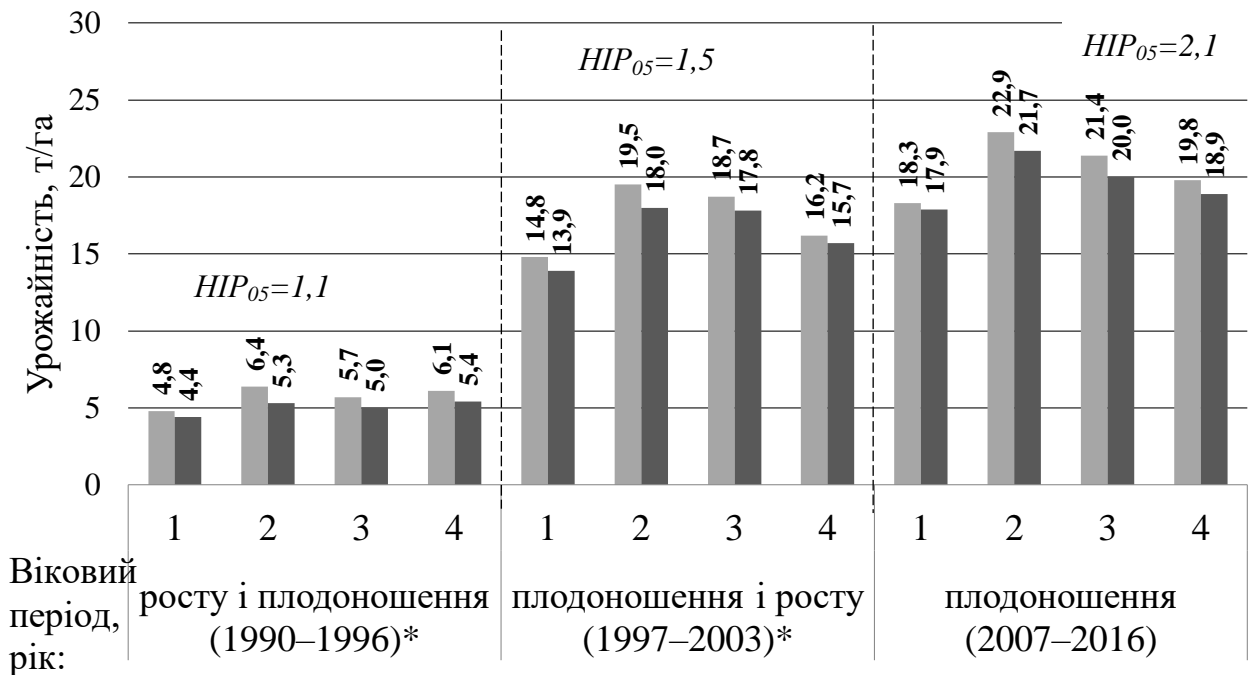
У середньому за роки досліджень, за ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення найбільше квіток виявлено на ділянках з позакореневим внесенням 0,5 %-го карбаміду з додаванням 0,3 %-го Реаком СР-СО на оптимізованому фоні ґрунтового удобрення – 906 шт/дер., що істотно порівняно з контролем.

Значний вплив застосування добрив на формування продуктивності дерев груші сорту Основ'янська спостерігався в досліді 3 з позакореневим внесенням водорозчинного комплексного добрива DripFert, на фоні доведення до оптимального рівня вмісту поживних речовин у ґрунті. Істотно більша кількість квіток була у варіанті з внесенням у регламентовані фази вегетації – розпускання бруньок, рожевий бутон і ріст плодів – добрив DripFert у співвідношеннях N-P-K + мікроелементи (B, Fe, Mn, Zn, Cu): 1) 18-18-18 + ME, 13-40-13 + ME і 2) 18-18-18 + ME, 13-40-13 + ME та 5-15-40 + ME з перевищенням контролю (вода чи 0,5 %-й розчин карбаміду) відповідно 38 і 31 та 21 і 15 %. Достовірно підвищення зав'язування, у відношенні до контрольних дерев, виявлено у варіанті DripFert (18-18-18 + ME). За внесення водорозчинного добрива DripFert навантаження дерев плодами складало 108–134 шт/дер., що істотно перевищувало показники контрольного варіанту, де дерева обробляли лише водою.

**Урожайність** насаджень сорту Айдаред на сильнорослій підщепі впродовж 27-річного періоду плодоношення дещо перевищила результат на підщепі М.4, що, вірогідно, зумовлено меншою величиною крони останніх за однакової схеми садіння 7×5 м. У період росту і плодоношення врожайність на обох підщепах ще досить низька та мало різнилася з-посеред варіантів удобрення, однак на контрольних ділянках без удобрення істотно – на 12,5–20,5 % нижча (рис. 5). У наступний період – плодоношення і росту – врожайність суттєво зросла, особливо за органічної та органо-мінеральної системи удобрення, що перевищувало показник контрольного варіанту відповідно на 35 і 27 %. У найбільш продуктивному періоді плодоношення насадження сорту Айдаред на насіннєвій підщепі в усіх варіантах з удобренням сформували істотно вищий врожай, ніж без удобрення, проте за мінерального удобрення на підщепі М.4 показник істотно не відрізнявся від контрольного. Найвища врожайність на обох підщепах (насіннєвій і М.4) – за органічного удобрення істотно перевищила результативність контролю та ділянок з мінеральним удобренням відповідно на 4,6 і 3,1 т/га (25 і 21 %,  $HP_{05} = 2,1$ ) та на 3,8 і 2,1 т/га (22 і 19 %,  $HP_{05} = 1,9$ ).

Сумарний за 1990–2016 рр. урожай плодів Айдареда на насіннєвій підщепі в контрольному варіанті без удобрення склав 375 т/га, з органічним удобренням – 479, з органо-мінеральної системи удобрення – 451 та мінеральної – 432 т/га, а на

М.4 відповідно 361 т/га, 449, 423 і 407 т/га ( $НІР_{05} = 45$ ). На насіннєвій підщепі врожайність насаджень з удобрених ділянок загалом перевищила рівень неудобрених відповідно на 28 %, 20 і 15 %, а на підщепі М.4 відповідно – 24 %, 17 та 13 %.



**Рис. 5 Урожайність насадження яблуни сорту Айдаред на насіннєвій (□) і вегетативній М.4 (■) підщепях залежно від удобрення за повторного вирощування: 1 – без удобрення (контроль), 2 – гній 40 т/га, 3 – гній 20 т/га +  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , 4 –  $N_{120}P_{120}K_{120}$ .**

Примітка: \*За даними П. Г. Копитка

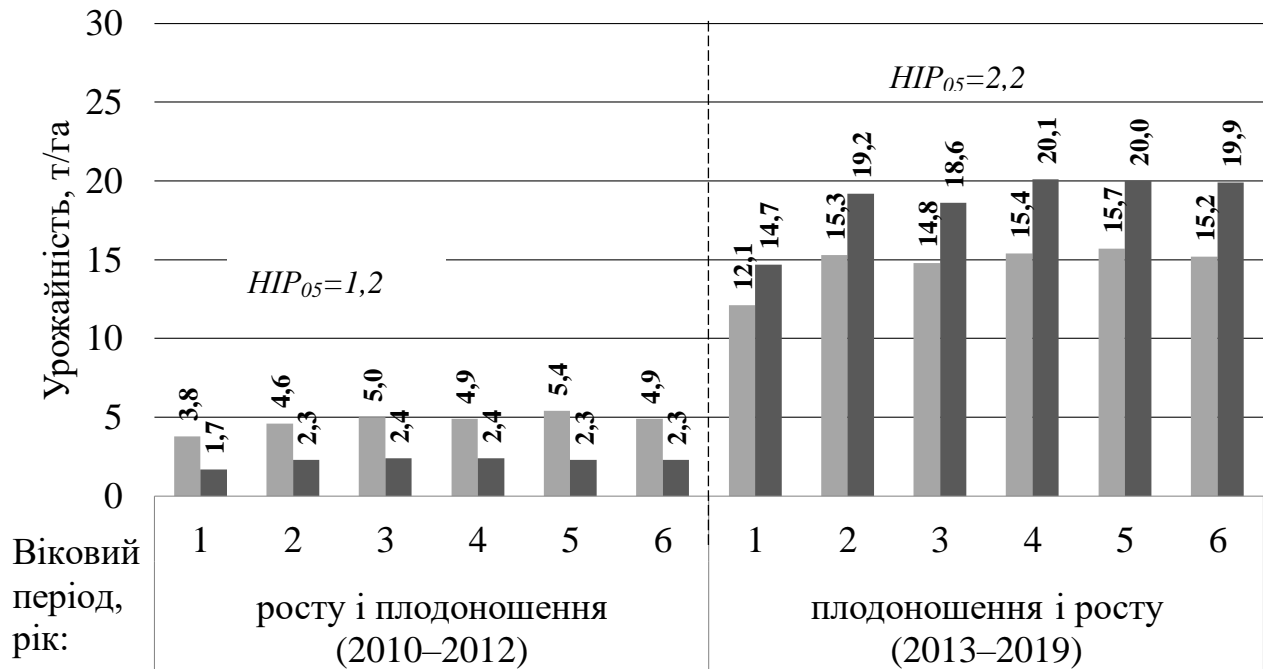
Сумарний урожай плодів Кальвіля снігового за 27-річний період плодоношення в контрольному варіанті без удобрення склав 315 т/га, з органічним удобренням – 425, з органо-мінеральним – 400 та з мінеральним – 371 т/га, тобто за удобрення врожайність загалом перевищувала рівень неудобрених відповідно на 35, 27 і 18 %.

У період росту і плодоношення (2010–2012 рр.) урожайність груші сорту Конференція за оптимізованого удобрення розрахованими нормами добрив (фон) істотно – відповідно на 1,2 та 0,4 т/га перевищувала показники абсолютного та виробничого контрольних варіантів, а за додаткового до фону внесення  $N_{30}K_{30}$  її рівень істотно вищий, ніж у «фоновому» варіанті (рис. 6). Молоді насадження сорту Основ'янська менш інтенсивно вступали у плодоношення з урожайністю в межах 1,7–2,3 т/га, однак у варіантах з удобренням показник також істотно вищий, ніж на абсолютному контролі.

У період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) урожайність сорту Конференція в усіх дослідних варіантах з удобренням істотно – на 2,7–3,6 т/га вища (сорту Основ'янська – на 3,9–5,4 т/га) порівняно з показниками неудобрених контрольних ділянок, тоді як серед варіантів удобрення показник істотно не відрізнявся. На відміну від попереднього періоду росту і плодоношення, де більш



урожайні дерева сорту Конференція, в цей період більш урожайний сорт Основ'янська. Врожайність сорту Основ'янська склала 14,7–20,1 т/га і лише 12,1–15,7 т/га Конференції. Сумарний за 10-річний період урожай плодів Конференції в контрольному варіанті без удобрення склав 96,5 т/га, за щорічного внесення  $N_{90}P_{60}K_{90}$  у виробничому контролі – 121,1, у варіанті Фон +  $N_{30}$  – 122,6, Фон +  $N_{30}K_{30}$  – 126,1 та Фон +  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 121,3 т/га, а сорту Основ'янська відповідно 108,1 т/га, 140,8, 147,9, 146,8 і 146,1 т/га.



**Рис. 6 Урожайність насаджень груші сорту Конференція (□) і Основ'янська (■) залежно від удобрення в різні вікові періоди: 1 – без удобрення (контроль), 2 –  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль), 3 – розраховані норми добрив (фон), 4 – фон +  $N_{30}$ , 5 – фон +  $N_{30}K_{30}$ , 6 – фон +  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .**

У період плодоношення і росту між урожайністю насаджень груші сортів груші Конференція та Основ'янська і вмістом в ґрунті  $N-NO_3$  та  $K_2O$  виявлено сильну пряму кореляцію – з коефіцієнтом відповідно  $(0,76 \pm 0,13)$  і  $(0,85 \pm 0,08)$  та  $(0,72 \pm 0,15)$  і  $(0,79 \pm 0,11)$ , тоді як з умістом  $P_2O_5$  кореляція слабка.

У досліді 3 з позакореневим підживленням добривом DripFert, в середньому за чотири роки досліджень, урожайність груші сорту Основ'янська сягала 14,4–16,3 т/га з найвищим рівнем за внесення добрива DripFert (18-18-18 + ME).

Застосуванням оптимізованого ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення (дослід 4) в середньому за 2010–2018 рр. найбільшої урожайності молодих дерев груші сорту Золотоворітська досягнуто на ділянках з ґрунтовим удобренням і позакореневим підживленням 0,5 %-м розчином карбаміду в поєднанні з 0,3 %-м розчином Реаком CP-CO, що істотно – на 20 % перевищило контроль.

У найбільш продуктивний період плодоношення навантаження врожаєм на одиницю площі перерізу штамба в дерев сорту Айдаред на насіннєвій і вегетативній М.4 підщепах у варіантах з органічною системою удобрення

найвище – 0,27 і 0,31 кг/см<sup>2</sup>, з перевищенням контролю на 35 %. У варіантах з внесенням органо-мінеральних та мінеральних добрив збільшення показника сягає 25 % на насіннєвій підщепі та 22 % – на вегетативній М.4.

У досліді 2 з оптимізованим удобренням навантаження дерев груші сорту Конференція врожаєм на 1 см<sup>2</sup> перерізу штамба дерев сорту Конференція найвище – 0,31 кг у варіанті Фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, а сорту Основ'янська – у варіанті Фон + N<sub>30</sub> (0,34 кг), з перевищенням показників контрольного варіанта (без удобрення) відповідно на 63 і 70 %.

**Товарна якість плодів.** Маса плоду сорту Айдаред на обох підщепах залежала від навантаження дерев урожаєм, вікових періодів і варіантів удобрення. У найбільш продуктивний період плодоношення, найбільша маса на ділянках з органічною системою удобрення з перевищення контролю на 11 %, а також на 1 та 3 % порівняно з плодами за мінеральної системи.

Сумарний вихід плодів вищого і першого товарних сортів залежав від удобрення та вікових періодів плодоношення. У період плодоношення найвищі показники сорту Айдаред на обох типах підщепи зафіксовані за органічного (84,4 і 85,6 %) та органо-мінерального удобрення (85,6 і 86,0 %).

У періоди плодоношення і росту та плодоношення сорту Айдаред між масою й сумарним виходом плодів вищого і першого товарних сортів спостерігалася сильна кореляційна залежність з показниками відповідно  $r = 0,80 \pm 0,11$  і  $0,94 \pm 0,03$ .

Упродовж усіх вікових періодів товарність плодів на середньорослій підщепі М.4 дещо вища, порівняно з сильнорослою насіннєвою, однак різниця неістотна.

Найкрупніші плоди сорту Кальвіль сніговий за органічної і органо-мінеральної системи удобрення з середньою масою, що істотно – на 10 % перевищувала показник контрольного варіанту, а також на 4 %, порівняно з мінеральною системою удобрення, за якого маса плоду від контрольної істотно не відрізнялася.

Товарність плодів Кальвіля снігового на ділянках з різними системами удобрення істотно вища, порівняно з контрольними показниками (без удобрення).

В усі досліджувані вікові періоди сорту Кальвіль сніговий між масою плоду та сумарним виходом плодів вищого і першого товарних сортів спостерігалася сильна кореляційна залежність (відповідно  $r = 0,85 \pm 0,08$ ,  $r = 0,87 \pm 0,07$  і  $0,99 \pm 0,01$ ).

За низького врожаю на молодих деревах (дослід 2) маса плоду сорту Конференція найбільша – 193,4 г на ділянках з внесенням розрахункових норм добрив, а сорту Основ'янська – 191,7 г на виробничому контролі з щорічним внесенням N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, однак, порівняно з оптимізованим удобренням, перевищення неістотне. У період плодоношення і росту плоди сорту Конференція в усіх варіантах досліді дещо дрібніші, ніж за нижчої урожайності в попередній період і за середньою масою істотно не відрізнялися. В цей період груші сорту Основ'янська дещо крупніші в усіх варіантах, хоча істотної різниці також не виявлено.

Плоди вищого і першого товарних сортів складали більшу частину врожаю, однак пересічно за 2010–2019 рр. істотних відмінностей за цими показниками між варіантами досліді не спостерігали. Виявлено лише тенденцію збільшення товарності плодів у варіантах з удобренням порівняно з неудобреним

контрольним.

У досліді 4 з ґрунтовим удобренням і позакореневим підживленням маса плоду груші сорту Золотоворітська суттєво залежала від навантаження дерев урожаєм. Між урожайністю та масою плоду в період росту і плодоношення встановлено слабку обернену залежність. За ґрунтового удобрення показник дещо більший, порівняно з варіантом без удобрення, хоча різниця неістотна.

**Структура паренхіми і хімічний склад плодів.** За анатомічною будовою плодів груші сортів Конференція і Основ'янська встановлено, що додаткове мінеральне живлення на початковому етапі (липень) їх формування не впливає на розміри клітин паренхіми. Надалі завдяки застосуванню мінеральних добрив  $N_{90}P_{60}K_{90}$ , Фон +  $N_{30}K_{30}$  та Фон +  $N_{30}$  під час росту плодів параметри паренхімних клітин збільшувалися.

За різного удобрення (дослід 1) в період плодоношення (2007–2016 рр.) показники хімічного складу – вміст сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот плодів яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі істотно не змінювалися. Найвищий цукрово-кислотний індекс 26,0 виявлено у варіанті досліді з внесенням 40 т/га гною. Залежно від удобрення хімічний склад плодів яблуні сорту Айдаред на насіннєвій і вегетативній М.4 підщепах також дещо змінювався, однак пересічні дані років досліджень близькі й істотно не різняться. Найвищий цукрово-кислотний індекс яблук з дерев контрольного варіанту на насіннєвій підщепі – 18,2 і 20,0 на М.4 у варіанті  $N_{120}P_{120}K_{120}$ .

За оптимізованого удобрення груші (дослід 2) у плодах дослідних варіантів сорту Конференція на 1–7 % більше сухих розчинних речовин (сорту Основ'янська – на 1–3 %), порівняно з показниками у контрольному варіанті без удобрення. Збільшення рівня цукрів у плодах сорту Конференція істотно лише у варіантах фон +  $N_{30}$  і фон +  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , а за вмістом органічних кислот плоди досліджуваних варіантів істотно не відрізнялися. Вміст вітаміну С у плодах з дерев досліджуваних варіантів – у межах 3,56–3,62 мг/100 г сирової маси з відсутністю значного впливу добрив. Вміст нітратів у плодах груші сорту Конференція і Основ'янська у фазі збиральної стиглості відповідно в межах 37,8–39,2 та 22,7–23,8 мг/кг сирової маси, що значно менше гранично допустимої концентрації (60 мг/кг). Найвищий показник за внесення більшої кількості добрив ( $N_{90}P_{60}K_{90}$ ) і найнижчий – з контрольних ділянок без удобрення.

### **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ І ГРУШІ ЗА ОПТИМІЗАЦІЇ ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ Й ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ**

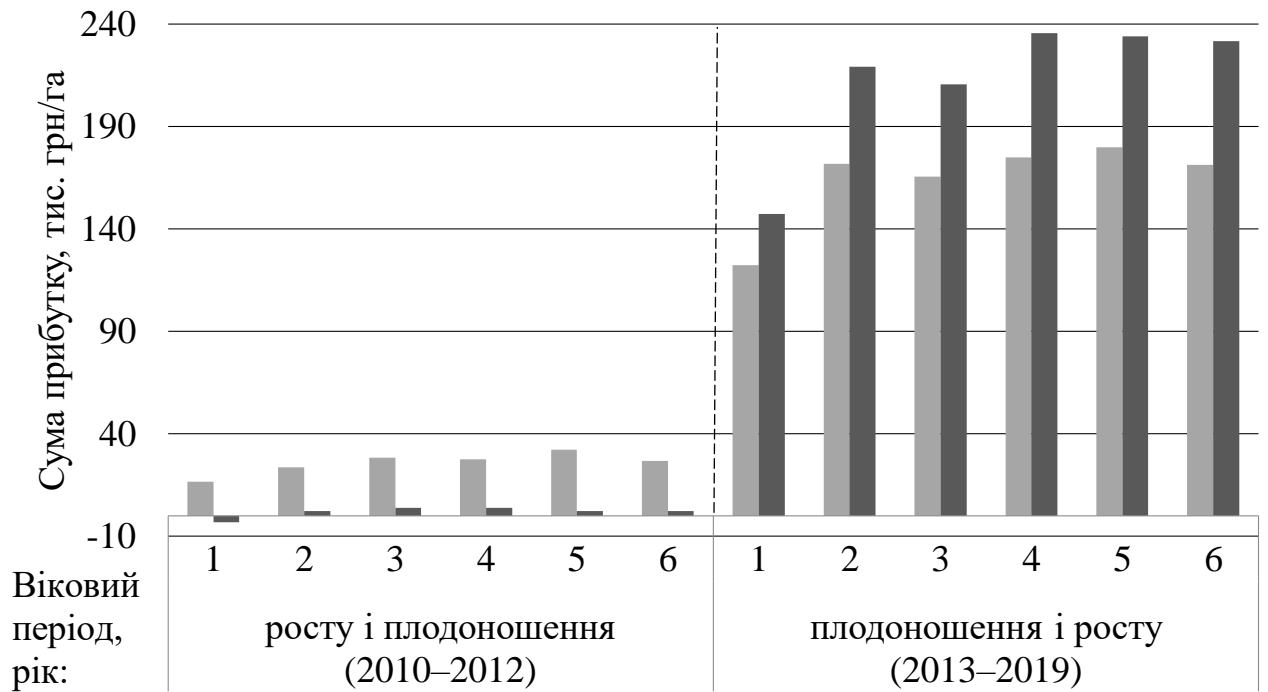
Сума виробничих витрат за тривалого застосування удобрення (дослід 1) в насадженні яблуні сорту Айдаред в основному залежала від рівня врожайності та систем удобрення. Невисока врожайність на обох підщепах у період росту і плодоношення зумовила незначну прибутковість та низьку рентабельність виробництва (табл. 2). Найвищого рівня прибутку в період плодоношення досягнуто за тривалого внесення 40 т/га гною та 20 т/га гною +  $N_{60}P_{60}K_{60}$  через рік відповідно 88,0 й 81,3 тис. грн/га з рівнем рентабельності – 197,5 і 179,7 %. На вегетативній підщепі М.4 реагували аналогічно на удобрення, однак економічні

показники дещо нижчі за причини нижчої врожайності зумовленої нерациональною схемою садіння.

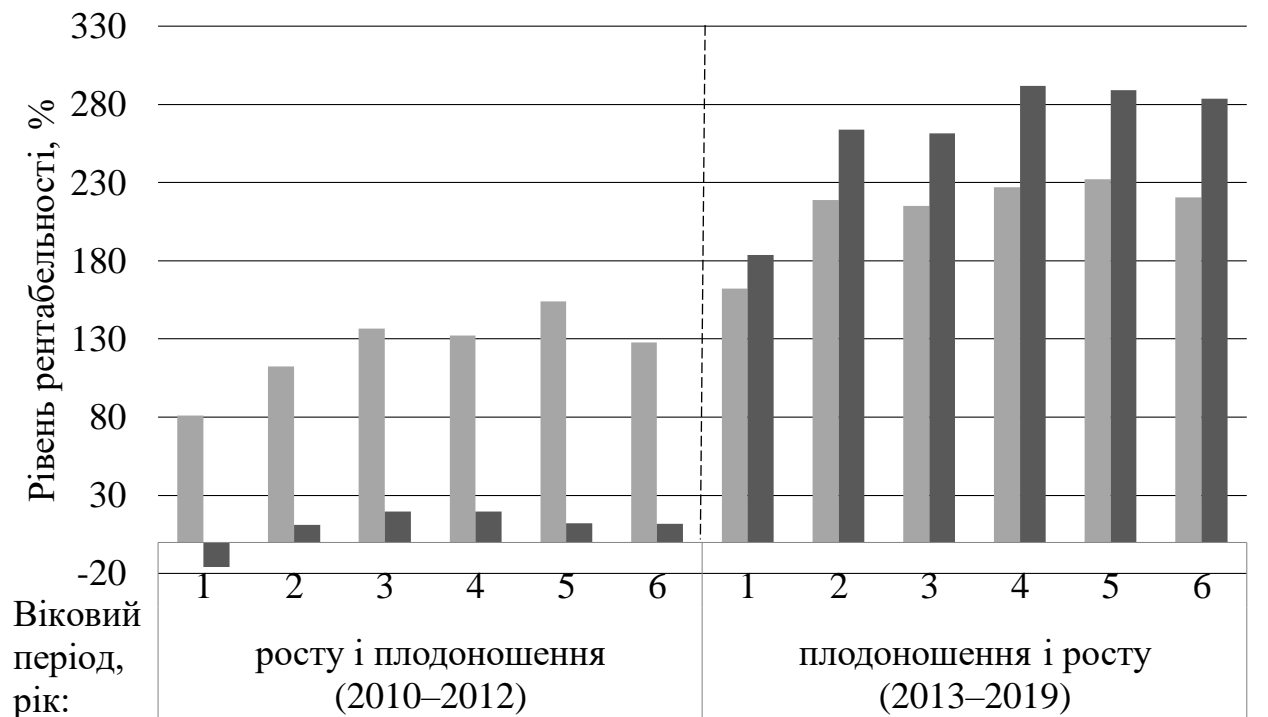
**Таблиця 2 – Економічна ефективність повторного вирощування яблуні сорту Айдаред залежно від підщепи та систем довготривалого удобрення**

Підщепа	Варіант удобрення	Собівартість плодів, грн/т	Сума прибутку, грн/га	Рентабельність, %
<b>Період росту і плодоношення (1990–1996 рр.)</b>				
насіннева	Без добрив (контроль)	2606	-81	-0,7
	Гній 40 т/га	2027	3748	28,9
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2451	833	6,0
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	2201	2377	17,7
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	2784	-848	-6,9
	Гній 40 т/га	2381	1181	9,4
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2554	224	1,8
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	2408	1008	7,8
<b>Період плодоношення і росту (1997–2003 рр.)</b>				
насіннева	Без добрив (контроль)	1255	12054	64,9
	Гній 40 т/га	1027	20882	104,3
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1064	19440	97,7
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	1210	14556	74,3
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	1303	10677	58,9
	Гній 40 т/га	1093	18272	92,8
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1081	18798	97,7
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	1223	14020	73,0
<b>Період плодоношення (2007–2016 рр.)</b>				
насіннева	Без добрив (контроль)	2371	62767	144,7
	Гній 40 т/га	1946	88018	197,5
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2113	81264	179,7
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	2229	72597	164,5
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	2394	61459	143,4
	Гній 40 т/га	2033	83159	188,5
	Гній 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2242	74085	165,3
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	2319	68640	156,6

Прибуток і рівень рентабельності в досліді 2 з оптимізованим удобренням групи залежав від удобрення та, порівняно з яблуками, у 2–3 рази вищої ціни плодів (рис. 7, 8). У період росту і плодоношення кращими економічними показниками відрізнявся більш урожайний сорт Конференція, порівняно з Основ'янською. Найбільший прибуток від реалізації плодів вищого і першого товарного сорту – 32,3 тис. грн/га з рентабельністю 154,0 % забезпечив варіант фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>.



**Рис. 7** Сума прибутку виробництва плодів груші сорту Конференція (□) і Основ'янська (■) за різного удобрення в різні вікові періоди: 1 – без удобрення (контроль), 2 – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (виробничий контроль), 3 – розраховані норми добрив (фон), 4 – фон + N<sub>30</sub>, 5 – фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, 6 – фон + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>.



**Рис. 8** Рівень рентабельності виробництва плодів груші сорту Конференція (□) і Основ'янська (■) за різного удобрення в різні вікові періоди: 1 – без удобрення (контроль), 2 – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (виробничий контроль), 3 – розраховані норми добрив (фон), 4 – фон + N<sub>30</sub>, 5 – фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, 6 – фон + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>.

Починаючи з 2013 р., в період плодоношення і росту показники економічної

ефективності різко зростають, значним збільшенням прибутку – на 42,9–59,9 % за внесення добрив виділяється сорт Основ'янська і на 35,2–46,9 % сорт Конференція. Найменший прибуток від реалізації груш обох помологічних сортів отримано в контрольному варіанті без добрив (12,23–14,74 тис. грн/га) з найнижчою врожайністю й товарною якістю врожаю. Найвищі показники досягнуто за додаткового до фону оптимізованого удобрення внесенням  $N_{30}$  і  $N_{30}K_{30}$ .

У досліді 3 з сумісним удобренням і позакореневим підживленням для груші сорту Золоторітська ефективніше комплексне оптимізоване ґрунтове удобрення та позакореневе підживлення 0,5 %-го розчину карбаміду з додаванням 0,3 %-го розчину Реаком СР–СО. Порівняно з контролем (обприскування водою) сума прибутку в періоди росту і плодоношення та плодоношення і росту відповідно на 63,4 й 29,8 % вища з рівнем рентабельності 69,2 і 296,5 %.

### **ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК РОСТУ ДЕРЕВ, УРОЖАЙНОСТІ НАСАДЖЕНЬ І ТОВАРНОЇ ЯКОСТІ ПЛОДІВ З ПОКАЗНИКАМИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ**

За ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення насаджень яблуні і груші в різні вікові періоди найбільш сильний кореляційний зв'язок з родючістю ґрунту й урожайністю встановлено для вмісту в ґрунті нітратного азоту (за нітрифікаційною здатністю) ( $r = 0,73...0,97 \pm 0,15...0,02$ ) і рухомих форм калію ( $r = 0,73...0,91 \pm 0,25...0,05$ ), тісно корелювали також показники площі листової поверхні ( $r = 0,84...0,98 \pm 0,08...0,01$ ), середньої довжини пагонів ( $r = 0,71...0,96 \pm 0,16...0,02$ ) і вмісту в листі хлорофілу ( $r = 0,70...0,86 \pm 0,16...0,07$ ).

### **ВИСНОВКИ**

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове технологічне вирішення проблеми із забезпечення високої продуктивності та якості плодів у незрошуваних насадженнях яблуні на сильнорослій насіннєвій і середньорослій вегетативній М.4 підщепах і груші (підщепа айва А) за повторного вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті та заходи послаблення ґрунтовтоми застосуванням оптимізованої системи ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення, що виявляється в наступному.

1. Аналіз вітчизняної і зарубіжної літератури свідчить про недостатнє вивчення проблеми удобрення й позакореневого підживлення з метою оптимізування мінерального живлення насаджень яблуні і груші різних сортопідщепних комбінуваль за повторного їх вирощування, більшість досліджень короткотермінові та перебувають у стадії гіпотез або незавершених розробок.

2. Виявлено токсичну дію ґрунтовтоми за повторного вирощування дворічного яблуневого саду (після 14-річного розкорчованого): довжина проростків пшениці ярої – (тест-культура) – в ґрунті з шару 0–20 і 20–40 см відповідно на 26,1 і 31,2 см менша, ніж у ґрунті з поля (96,4 і 113,7 см).

Встановлено на 14–17 % слабший ріст дворічних дерев яблуні на підщепі М.9 після вирощування яблуні впродовж 84 років, однак різниці в активності

росту залежно від насичення у ґрунті дрібним корінням розкорчованих дерев не виявлено. В той же час, за наявності в ґрунті 400 чи 800 г/кг таких коренів приріст біомаси відповідно на 17 і 14 % менший, ніж на ґрунті з неудобрюваних 84 роки ділянок, і лише на 3 % менший за внесення гною.

Вирощування в пристовбурних смугах сидератів – гірчиці білої або чорнобривців розлогих або передсадивне внесення 40 т/га гною ВРХ підвищує біологічну активність ґрунту (за виділенням  $\text{CO}_2$ ), що на 4,2–6,6 % знижує токсичну дію ґрунтовоїми.

3. Доведено, що за тривалого (84 р.) внесення через рік 40 т/га гною ВРХ в ґрунті на 0,82 % вищий вміст гумусу, порівняно з ділянками без удобрення, а також зростає до 28,6 мг/кг ґрунту рівень  $\text{N-NO}_3$ , до 229 –  $\text{P}_2\text{O}_5$  і до 270 мг/кг  $\text{K}_2\text{O}$ . Близькі параметри ґрунту формуються і за тривалого внесення половинних норм добрив – 20 т/га гною з  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ .

За повторного – протягом 34 років вирощування яблуні щільність ґрунту в міжряддях збільшується за внесення  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$  та без удобрення, а за внесення через рік 40 т/га гною чи 20 т/га гною з  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  знижується відповідно на 14 і 12 %, порівняно з контролем (без удобрення), до оптимальних меж 1,0–1,3 г/дм<sup>3</sup>.

4. У насадженні груші впродовж 10 років найбільша втрата гумусу в шарі 0-60 см – 0,21 % на ділянках без удобрення (порівняно з початковим вмістом 2,53 %). За внесення 90 кг/га д.р. азотних добрив вміст гумусу менший лише на 0,14 %.

Удобренням груші азотом і калієм за агрохімічними показниками ґрунту в межах оптимальних рівнів для яблуні підтримується вміст нітратного (за нітрифікаційною здатністю) азоту і рухомих форм калію. За додаткового до фонового внесення  $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$  вміст у ґрунті  $\text{N-NO}_3$  і  $\text{K}_2\text{O}$  вищий відповідно на 3,1 і 8,4, а  $\text{P}_2\text{O}_5$  – на 17,8 мг/кг, а за додаткового внесення  $\text{N}_{30}$  і  $\text{N}_{30}\text{K}_{30}$  лише на 2,7–2,9 і 5,8–7,8 мг/кг зростає рівень  $\text{N-NO}_3$  і  $\text{K}_2\text{O}$ .

5. Максимальний приріст обхвату штамба у період плодоношення яблуні сорту Айдаред за органічного та органо-мінерального удобрення відповідно 12,3 і 12,4 та 9,7 і 10,2 мм, а сорту Кальвіль сніговий – за органічного удобрення 14,5 мм. У продуктивний період більша площа листової поверхні яблуні формується за органічної системи удобрення.

У період плодоношення і росту приріст діаметра штамба груші сорту Конференція істотно – на 43 % поступається сорту Основ'янська з відповідно на 12 і 8 % більшим показником за внесення  $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ , порівняно з відсутністю удобрення. За додаткового до оптимізованого внесення в ґрунт азотних чи суміші азотних і калійних добрив показник істотно не зростає.

У періодах росту і плодоношення та плодоношення і росту, сумарний приріст пагонів груші сорту Основ'янська відповідно на 15,2 і 21,0 м/дерево більший, порівняно з сортом Конференція (19,5 і 58,3 м/дерево) з достовірно вищими показниками на оптимізованих фонах ґрунтового удобрення.

Позакореневе підживлення 0,5 %-м розчином карбаміду в поєднанні з 0,3 % розчином Реаком СР-СО (на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення) активізує ріст молодих дерев груші зі збільшенням середньої і сумарної довжини пагонів відповідно на 11 і 16 %.

Площа листової поверхні в різні вікові періоди дерев груші істотно більша за оптимізованого ґрунтового удобрення з внесенням додатково  $N_{30}$  і  $N_{30}K_{30}$ ; більша також товщина листової пластинки та питома продуктивність на одиницю площі листової поверхні.

6. На початковому етапі формування (липень) плодів груші сортів Конференція та Основ'янська додаткове мінеральне живлення не впливає на розміри клітин паренхіми, надалі параметри значно зростають за внесення  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль), Фон +  $N_{30}K_{30}$  та Фон +  $N_{30}$ .

7. Встановлено, що освоєння площі живлення деревами яблуні та груші визначається особливостями помологічного сорту, підщепою та удобренням. У період плодоношення показник 34-річних дерев сорту Айдаред на сильнорослій підщепі за оптимального удобрення на рівні 70,8–72,1 %, тоді як за неоптимальної для дерев на середньорослій підщепі площі живлення 7×5 м оптимуму не досягає. Освоєння площі живлення деревами сорту Кальвіль сніговий – 81,7–87,2 % з максимумом за внесення через рік 40 т/га гною ВРХ.

За відсутності зрошення та слаборослості на підщепі айва А освоєння площі живлення деревами груші в період плодоношення і росту невисоке – 14,1–27,8 %. Показник вищий за удобрення  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль), Фон +  $N_{30}$  і Фон +  $N_{30}K_{30}$ .

8. Органічна система удобрення яблуні сортів Айдаред і Кальвіль сніговий на насіннєвій і Айдаред на вегетативній підщепі сприяє утворенню більшого числа квіток з перевищенням контролю в період плодоношення і росту – відповідно на 8, 13 і 16 %. Найвищий ступінь зав'язування плодів у період росту і плодоношення – 15,3–24,8 % на ділянках з удобренням.

За оптимізованого удобрення груші в різні вікові періоди кількість квіток більша на 18–28 %, а навантаження дерев плодами вище на 30–54 %, порівняно з абсолютним контролем і на 4–9 та 5–25 % перевищує виробничий контроль. За позакореневого підживлення груші (на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення) кількість квіток на дереві на 11 % більша (плодів – на 27 %).

9. Підтримання створених 50-річним органічним удобренням оптимальних фонів родючості ґрунту яблуневого саду (40 т/га гною ВРХ через рік) та впродовж 34 років у повторному насадженні забезпечує на 28 % вищу врожайність насаджень сорту Айдаред на сильнорослій підщепі та на 24 % – на середньорослій, порівняно з контрольним варіантом без удобрення і відповідно на 11 і 10 % - за мінерального удобрення  $N_{120}P_{120}K_{120}$  через рік.

Близьке за ефективністю до органічної – органо-мінеральна система удобрення (20 т/га гною в поєднанні з  $N_{60}P_{60}K_{60}$  через рік) забезпечує, порівняно з контролем і мінеральним удобренням, підвищення врожайності сильнорослих насаджень яблуні сорту Айдаред відповідно на 17 та 8 % (середньорослих відповідно – на 12 та 6 %).

10. Додаткове до фонового азотне і азотно-калійне удобрення (фон +  $N_{30}$ , фон +  $N_{30}K_{30}$ ) забезпечує вищу відповідно на 27 і 37 та 30 і 36 % врожайність груші сорту Конференція та Основ'янська на підщепі айва А порівняно з відсутністю добрив, і на 1 і 3 та 5 і 4 % – за внесення  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль). Між врожайністю груші та вмістом в ґрунті  $N-NO_3$  й  $K_2O$  сильний



зв'язок з коефіцієнтом кореляції ( $r$ ) відповідно  $0,76 \pm 0,13$  і  $0,85 \pm 0,08$  та  $0,72 \pm 0,15$  і  $0,79 \pm 0,11$ .

11. За позакореневого підживлення азотом та макро- і мікроелементами (на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення) вище зав'язування, навантаження плодами та на 26 % вища врожайність груші сорту Золотоворітська й відповідно на 39 % і 14 % – сорту Основ'янська, порівняно з абсолютним і виробничим контролем.

12. За створення оптимізованих фонів мінерального живлення, удобрення та підживлення на 3–5 % більша маса плоду яблуні та груші і на 2–6 % вищий вихід товарної продукції, без істотної зміни вмісту цукрів і кислот.

13. Органічна й органо-мінеральна системи удобрення незрошуваних повторних насаджень яблуні сортів Кальвіль сніговий та Айдаред на сильнорослій насіннєвій та Айдаред на середньорослій (М.4) підщепях у період плодоношення забезпечує 54,1–65,1 тис. грн/га прибутку з рентабельністю виробництва 117,9–197,2 %; за мінеральної системи удобрення прибуток 41,4–52,8 тис. грн/га і рентабельність 95,9–164,5 %.

14. У період плодоношення і росту удобрення насаджень груші забезпечує прибуток 171,3–241,2 тис. грн/га з рівнем рентабельності 208,0–296,5 %.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРОЕКТНИХ УСТАНОВ ТА ВИРОБНИЦТВА**

1. Для послаблення дії ґрунтовоїми під час розроблення проектів і закладанні насаджень застосовувати органічну систему удобрення – 40 т/га напівперепрілого гною ВРХ та з метою послаблення токсичності ґрунту в шарі 0–40 см запроваджувати посіви сидеральних культур (гірчиця біла, чорнобривці розлогі).

2. При закладанні повторних насаджень яблуні, після розкорчовування саду на карликовій підщепі зміщувати місце садіння дерев на 0,5 м і більше в бік міжряддя.

3. Застосовувати «Спосіб прискорення морфогенезу плодових утворень за рахунок позакореневого підживлення» в насадженнях груші (патент на корисну модель №127672 Україна).

4. Розрахунок норм макродобрих (NPK) вести згідно патентів «Спосіб визначення норм азотного добрива для оптимізованого удобрення яблуні і груші (№139762, Україна)» і «Спосіб визначення розрахованих доз фосфорних і калійних добрив для удобрення яблуні та груші (№148353, Україна)».

5. Розрахунок норм добрив для оптимізованого удобрення насаджень груші на підщепі айва А вести з доведенням вмісту азоту та калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті до рівня  $N-NO_3$  – 25–30 (після 14-добового компостування) і  $K_2O$  – 260–300 мг/кг ґрунту (за методом Егнера-Ріма-Домінго).

6. Застосовувати у різні вікові періоди дерев органічне та органо-мінеральне удобрення незрошуваних сильно- і середньорослих повторних насаджень яблуні з утриманням ґрунту під чистим паром.

7 Додатково до розрахованих норм азотних і калійних добрив (з доведенням до оптимального рівня) в насадженнях груші на підщепі айва А щорічно вносити по 30 кг/га д. р. азотних і калійних добрив. Раз у 3–4 роки проводити агрохімічний

аналіз ґрунту і коригування норм добрив для доведення до оптимальних показників вмісту в ньому рухомих сполук NPK.

8. Позакореневе підживлення насадження груші комплексним добривом з вмістом 45–45 РК + мікроелементи (Zn, Cu, B, Mn, Mo, Co) та додаванням 0,5 %-го розчину карбаміду або 18-18-18 NPK + мікроелементи (Fe, Zn, Mn, Cu, B) - перше після цвітіння, наступні два з інтервалом 10–14 діб, на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення з доведенням до оптимальних рівнів (за аналізом ґрунту) вмісту рухомих сполук NPK.

9. Напрями продовження досліджень за тематикою дисертації: дослідження доцільно продовжити з метою вдосконалення системи удобрення зрошуваних насаджень яблуні і груші різних конструкцій на слаборослих підщепах.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті, що індексуються у наукометричних базах даних Scopus та Web of Science

1. Копитко П., Карпенко В., **Яковенко Р.**, Mostoviak I. Soil fertility and productivity of apple orchard under a long-term use of different fertilizer systems. *Agronomy Research*. 2017. Vol. 15 (2). P. 444–455. (45 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

2. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г., Petrishina I. P., Butsyk R. M., Borysenko V. V. Productivity of Pear Plantings Depending on the Content of Main Macroelements (n, p, k) in the Soil after Optimized Fertilization. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2020. Vol. 54. P. 77–82. DOI: 10.18805/IJARe.A-454. (75 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

3. **Яковенко Р.**, Копитко П., Pelekhatyi V. The content of chlorophyll and nutrients in apple leaves depending on long-term fertiliser. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(2). P. 93–98. DOI: 10.48077/scihor.24(2).2021. (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

4. Yakovenko R. Total and fractional composition of water in pear leaves depending on the optimised fertiliser. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(3). P. 45–51. DOI: 10.48077/scihor.24(3).2021.

5. Sokoliuk S., Blenda N., Tupchiiy O., Nepochatenko O., Ulanchuk V., **Яковенко Р.** Features of Formation of Organizational-Integrative Processes In Horticulture. *Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference «Education Excellence and Innovation Management: A 2025 Vision to Sustain Economic Development during Global Challenges»*. 1–2 April 2020 Seville, Spain, P. 14259–14266 (25 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

### Статті у наукових періодичних виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України

6. Копитко П. Г., **Яковенко Р. В.**, Петришина І. П. Дослідження з

оптимізації мінерального живлення в насадженні груші. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2013. № 83. Ч. 1. С. 106–111 (35 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

7. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г. Продуктивність молодих насаджень та якість плодів груші залежно від ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення. *Вісник Уманського НУС*. 2016. № 1. С. 31–37 (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

8. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г., Петришина І. П. Продуктивність молодих дерев груші за повторного вирощування на площі розкорчованого грушевого саду залежно від оптимізованого удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2017. Ч. 1. № 90. С. 128–134 (70 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

9. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г. Продуктивність груші сорту Основ'янська за позакореневого підживлення на фоні оптимального забезпечення ґрунту макроелементами (NPK). *Вісник Уманського НУС*. 2017. № 1. С. 119–121 (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

10. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г., Петришина І. П. Урожайність насадження груші залежно від змін родючості ґрунту за оптимізованого удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2018. № 92. Ч. 1. С. 247–256 (70 % авторства: аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

11. Яковенко Р. В. Урожайність дерев груші та якість плодів сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2018. № 93. Ч. 1. С. 184–191.

12. Копитко П. Г., **Яковенко Р. В.**, Петришина І. П. Товарні якості та хімічний склад плодів груші сорту Основ'янська за оптимізації мінерального живлення. *Вісник Харківського НАУ*. 2018. № 2. С. 18–25 (40 % авторства: аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

13. Копитко П. Г., **Яковенко Р. В.** Урожайність і якість плодів яблуні сорту Кальвіль сніговий за різного удобрення в повторно вирощуваному насадженні. *Вісник Уманського НУС*. 2019. № 1. С. 112–116. DOI: 10.31395/2310-0478-2019-1-112-116 (70 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

14. Копитко П. Г., **Яковенко Р. В.** Продуктивність яблуні сорту Айдаред за різного удобрення в повторно вирощуваному насадженні. *Вісник Харківського НАУ*. 2019. № 1. С. 30–40 (70 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

15. Яковенко Р. В. Ріст і урожайність дерев груші сорту Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2020. № 96. Ч. 1. С. 102–113. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-

1-102-113

16. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г., Садовський І. С. Реагування яблуні в різні вікові періоди повторного вирощування на зміни поживного режиму ґрунту за довготривалого удобрення. *Вісник Уманського НУС*. 2020. № 2. С. 95–99. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-95-99 (70 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

17. Копитко П. Г. **Яковенко Р. В.** Ґрунтові умови та врожайність повторно вирощуваного яблуневого саду за довготривалого удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2021. № 98. Ч. 1. С. 34–47. DOI: 10.31395/2415-8240-2021-98-1-34-47 (70 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

18. Яковенко Р. В. Вплив оптимізованого удобрення на листову поверхню та врожайність груші за повторного вирощування. *Вісник Харківського НАУ*. 2021. № 1. С. 144–155.

19. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г. Економічна ефективність повторного вирощування яблуні за довготривалого удобрення. *Зб. наук. пр. Вінницького НАУ*. 2021. № 23. С. 85–95. DOI 10.37128/2707-5826-2021-4-7 (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

20. **Яковенко Р. В.**, Заморський В. В. Структура паренхіми плодів груші залежно від мінерального живлення. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №1. С. 108–110. DOI: 10.31395/2310-0478-2021-1-108-110 (70 % авторства: аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

21. Копитко П. Г. **Яковенко Р. В.**, Петришина І. П. Поповнення органічними речовинами і гумусованість ґрунту в яблуневих садах за різного удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2021. № 99. Ч. 1. С. 81–94. DOI 10.31395/2415-8240-2021-99-1-81-94 (40 % авторства: аналіз стану проблеми, проведення досліджень, узагальнення результатів дослідження, написання).

22. Яковенко Р. В. Ґрунтовтома та заходи її послаблення в насадженнях яблуні. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №2. С. 69–72. DOI: 10.31395/2310-0478-2021-2-69-72

23. Яковенко Р. В. Продуктивність і економічна ефективність вирощування насаджень груші за оптимізованого удобрення. *Агробіологія: зб. наук. пр. Білоцерківського НАУ*. 2021. №2 (167). С. 193–199. DOI 10.33245/2310-9270-2021-167-2-193-199

24. Яковенко Р. В. Показники росту дерев груші за повторної культури залежно від оптимізованого удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2022. № 100. Ч. 1. С. 41–50. DOI 10.31395/2415-8240-2022-100-1-41-50

#### **Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

25. Яковенко Р. В. Ріст дерев груші залежно від оптимізації мінерального живлення за вирощування в садозміні. *Тези наук. конф. молодих учених*. (м. Умань, 6 березня 2012 р.). Умань, 2012. С. 120–121.

26. Яковенко Р. В. Продуктивність груші сорту Золотоворітська залежно від ґрунтового й позакореневого удобрення. *Тези наук. конф. молодих учених.* (м. Умань, 11–12 березня 2014 р.). Умань, 2014. С. 92.

27. Копитко П., **Яковенко Р.**, Петришина І. Агроекологічні основи раціонального удобрення яблуні і груші. *Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: Міжн. наук.-практ. конф.* (м. Тернопіль, 19–20 березня 2015 р.). Тернопіль, 2014. С. 128–130. (50 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

28. Яковенко Р. В. Ґрунтовама в насадженнях яблуні. *Актуальні питання сучасної аграрної науки: матер. III Міжн. наук.-практ. конф.* (м. Умань, 20 листопада 2015 р.). Умань, 2015. С. 129.

29. Яковенко Р. В. Моніторинг ґрунту під багаторічними насадженнями. *Матер. Всеукр. наук. конф. молодих учених.* (м. Умань, 6 травня 2015 р.). Умань, 2015. С. 95–96.

30. **Яковенко Р. В.**, Петришина І. П., Мовсесян А. Г. Врожайність молодих насаджень груші залежно від оптимізації родючості ґрунту. *Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції: матер. Всеукр. наук. конф.* (м. Умань, 20 квітня 2016 р.). Умань, 2016. С. 100–101. (70 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

31. **Яковенко Р. В.**, Тертичний В. Д. Особливості росту і плодоношення дерев груші сорту Конференція залежно від удобрення. *Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив: матер. Всеукр. наук.-практ. конф.* Умань, 2017. С. 25–27 (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

32. Яковенко Р. В. Продуктивність молодих дерев груші сорту Золотоворітська залежно від різних способів внесення добрив. *Інновації в садівництві: матер. Міжн. наук. інтер.-конф.* (м. Умань, 10 березня 2017 р.). Умань, 2017. С. 36–38.

33. **Яковенко Р. В.**, Дзвониська Н. В. Вплив удобрення на продуктивність дерев груші сорту Основ'янська. *Актуальні питання сучасної аграрної науки: матер. VI Міжн. наук.-практ. конф.* (м. Умань, 15 листопада 2018 р.). Умань, 2018. С. 184–185 (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

34. Яковенко Р. В. Ростові показники дерев груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення. *Інновації в садівництві: матер. Міжн. наук. інтер.-конф.* (м. Умань, 23 березня 2021 р.). Умань, 2021. С. 25–27.

35. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г., Петришина І. П., Садовський І. С. Якісні показники плодів груші залежно від оптимізованого ґрунтового удобрення. *Scientific Collection «InterConf»: with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Challenges in Science of Nowadays» (26–28.11.2020).* Washington: EnDeavours Publisher, 2020. №3 (36). R. 1303–1305 (70 % авторства: ідея, проведення досліджень, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

36. Яковенко Р. В. Ростові показники дерев груші сорту Основ'янська



залежно від позакореневого підживлення. *Інновації в садівництві: матер. Міжн. наук. інтер.-конф.* (м. Умань, 23 березня 2021 р.). Умань, 2021. С. 25–27.

37. Yakovenko R. Efficiency of fertilizer application to planted pears. *Science and practice, actual problems, innovations: VIII International Science Conference (09–12. 11. 2021)*. Amsterdam, P. 22–23.

38. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г. Ростові показники дерев груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення. *Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення: матер. Міжн. наук.-практ. конф* (м. Житомир, 2–3 червня 2022 р.). Житомир, 2022. С. 317–320. (80 % авторства: *аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання*).

### **Які додатково відображають наукові результати дисертації:**

#### **Патенти**

39. Яковенко Р. В., Заморський В. В. Патент на корисну модель №127672 Україна МПК А01G 7/06. Спосіб прискорення морфогенезу плодових утворень за рахунок позакореневого підживлення / Яковенко Р.В., Заморський В.В.; Заявл. 27.04.2018; Опубл. 10.08.2018, Бюл. №15. 4 с (75 % авторства: *ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання*).

40. Копитко П. Г., Яковенко Р. В., Петришина І. П. Патент на корисну модель №139762 Україна МПК А01С 21/00 Спосіб визначення норм азотного добрива для оптимізованого удобрення яблуні і груші / Копитко П.Г., Яковенко Р.В., Петришина І.П.; Заявл. 08.04.2019; Опубл. 27.01. 2020, Бюл. №2. 4 с (50 % авторства: *аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання*).

41. Копитко П. Г., Яковенко Р. В. Патент на корисну модель №148353 Україна МПК А 01С 21/00 Спосіб визначення розраховуваних доз фосфорних і калійних добрив для удобрення яблуні та груші / Копитко П.Г., Яковенко Р.В.; Заявл. 23.03.2021; Опубл. 28.07. 2021, Бюл. №30. 4 с (50 % авторства: *аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання*).

#### **Посібник**

42. Заморський В. В., **Яковенко Р. В.**, Яковенко О. В., Цирта В. С., Щетина С. В. Плодівництво: Посібник. Умань: Світ, 2019. 414 с (25 % авторства: *написання розділу 3, узагальнення експериментальних даних, підготовка рукопису до друку*).

#### **Статті**

43. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г. Збереження родючості ґрунту за довготривалого удобрення яблуневих садів. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. Харків, 2010. С. 219–221 (75 % авторства: *ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання*).

44. Яковенко Р. В. Агрохімічне обстеження ґрунтів під плодові насадження. *Пропозиція: сучасний сад та його інтегрований захист (спецвипуск)*. 2012. №4. С. 26–27.

45. Яковенко Р. В. Ґрунтове удобрення насаджень яблуні. *Пропозиція:*

*сучасний сад та його інтегрований захист (спецвипуск)*. 2012. №4. С. 28–31

46. **Яковенко Р. В.**, Мельник О. В. Проти ґрунтовтоми. *Новини садівництва*. 2014. №1. С 19–20 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, написання).

47. Копитко П. Г., **Яковенко Р. В.** Ґрунтові умови і продуктивність плодкових насаджень у садозміні. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. Харків, 2014. С. 181–183 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, узагальнення результатів дослідження, написання).

48. **Яковенко Р. В.**, Мельник О. В. Органічна дезінфекція ґрунту. *Новини садівництва*. 2015. №3. С 33–34 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, написання).

49. **Яковенко Р. В.**, Мельник О. В. Компост проти ґрунтовтоми. *Новини садівництва*. 2015. №4. С. 13 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, написання).

50. Яковенко Р. В. Ґрунтово-листо́ве удобрення. *Садівництво по-українськи*. 2014. №3. С. 24–25.

51. Яковенко Р. В. Поради щодо фертигації. *Садівництво по-українськи*. 2014. №4. С.20–25.

52. Яковенко Р. В. Де якому саду місце. *Садівництво по-українськи*. 2015. №2. С. 74–75.

53. Яковенко Р. В. Вапнування ґрунту. *Садівництво по-українськи*. 2016. №1. С 26–28.

54. Яковенко Р. Підживлення насаджень яблуні. *Садівництво і виноградарство: технології і інновації*. 2017. №2. С.48–49.

55. Мельник О. В. **Яковенко Р. В.** Альтернатива хімічній дезінфекції ґрунту. *Новини садівництва*. 2017. №2. С. 13–15 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, написання).

56. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г., Петришина І. П. Поживний режим ґрунту і продуктивність груші за оптимізованого удобрення основними макроелементами. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. Харків, 2018. С. 238–240 (70 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

57. Яковенко Р. В. Особливості удобрення груші. *Овоци и фрукты*. 2019. №2. С. 60–61.

58. Яковенко Р. Удобрення яблуні. *Садівництво по-українськи*. 2019. №1 (31). С. 46–47.

59. Яковенко Р. В. Добрива по листу. *Садівництво по-українськи*. 2020. №1 (35). С. 40–41.

60. Яковенко Р. В. Битва за землю. *Садівництво по-українськи*. 2022. №2-3 (50-51). С. 28–30.

#### ANNOTATION

***Yakovenko R. V. Principles of the productivity increase of apple- and pear-trees under the optimized fertilization.*** – A qualification scientific work as a manuscript.

A thesis for getting a scientific degree of doctor of sciences (Agr) in the field of

study 06.01.07 – fruit production (20 (“Agrarian sciences and foodstuff”), Uman 2022.

The thesis is devoted to the solution of the issue how to increase the productivity of the re-culture of apple- and pear-trees in the combinations of vigorous and medium-grown cultivar-rootstock under the optimized fertilization in different age periods as well as to the development of the measures aimed at the decrease of the effect of replant disease in newly planted orchards at re-culture.

In 2007-2020 the research on the theme of the thesis was carried out in the experimental apple and pear orchards of Uman national university of horticulture in field (orchard), laboratory-field and vegetative trials.

It has been established that the repeated (34-year) application of the organic fertilization system ensures the formation of the dark gray podzolic soil optimal fertility in the same way as in the first 50-year-old uprooted orchard, after which the apple tree plantation is re-grown. Fertilizing pear-trees with nitrogen and potassium rates, calculated according to the agrochemical indicators the soil analyses, kept the content of N–NO<sub>3</sub> (according to the nitrifying capacity of the soil) and K<sub>2</sub>O within optimal levels throughout the entire period of the research. The additional application of complete mineral fertilizer N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> to the background fertilizer increased the content of the specified compounds and forms slightly.

The lowest toxicity of the environment, in relation to the test crop (spring wheat), in the 0-40 cm layer was recorded in the soil where the garden was not grown. A significant increase in the toxic effect occurred during the 14-year cultivation of the apple tree plantation and especially during the re-cultivation of young plantations after the uprooting of the old trees.

The optimal backgrounds of dark gray podzolic soil fertility, created by long-term fertilization of apple trees, ensured an increase of yield capacity by 27.7% in the vigorous orchards and by 24.4% in the average-grown ones, as compared with the yield capacity in the control treatment without fertilizer and, accordingly, by 11.0 and 10.4% with mineral fertilizer (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> a year later).

The highest pear tree yield capacity was provided by additional nitrogen and nitrogen-potassium fertilization (background+N<sub>30</sub>, background+N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>), respectively, by 27.2 and 36.7, 29.8 and 36.1% more than the yield capacity from unfertilized trees, and by 0.6 and 2.6, 4.2 and 4.7% - from fertilized ones with the annual application of N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (production control).

The use of the optimized soil fertilization contributed to the increase in yield capacity by 16.2%, and top dressing with nitrogen compatible/in combination with trace elements, against the optimized soil nutrition background, increased the yield capacity by 25.7% as compared with the yield capacity in the control treatments. The foliar fertilization with a complex fertilizer against the background of the optimized soil fertilization ensured the increase in the yield of the Osnovianska pear tree cultivar by 39.2% and 13.6% as compared with the absolute and production control options.

The regularities of increasing the apple and pear re-culture productivity of strong and medium-grown cultivar-rootstock combinations with the optimized fertilization at different age periods were identified as well as the development of the farm practices to mitigate the effect of replant disease in newly-planted re-culture.

A fertilization system with the soil fertility optimization by means of the main



application of organic and mineral fertilizers and foliar fertilization with macro- and microelements was developed and recommended; it increases the productivity of the cultivar-rootstock combinations of apple-and pear-trees in repeated non-irrigated plantations of the Forest steppe zone.

The perspective of the application of an organic fertilization system in previously grown apple plantations, as well as the soil improvement by sowing mustard and marigolds, and the application of organic fertilizers before planting the new ones, was substantiated.

The method of accelerating the morphogenesis of the fruit-bearing formations of the pear-trees on a weakly grown vegetative rootstock with help of foliar feeding with a complex of nutrients in certain periods of vegetation was suggested.

The main results of the conducted research found their practical application on the farms of various forms of management, they were reflected in patents for a useful model; also they are used in the educational process of Uman National University of Horticulture.

**Key words:** apple-tree, commodity fruit quality, cultivars, estimated fertilizer rates, fertilization systems, optimized fertilization, pear-tree, productivity, replant disease, rootstock, topdressing.

Підписано до друку 11.10.2022 р. Формат 60x84/16  
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 2,0.  
Тираж 70 прим. Замовлення № 1500

---

Видавничо-поліграфічний центр «Візаві»  
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК №2521 від 08.06.2006.  
тел. (04744) 4-64-88, (067) 104-64-88  
vszavi-print.jimdo.com  
e-mail: vizavi008@gmail.com