

ПРОДУКТИВНІСТЬ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ ТА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ

І. М. ТРУШЕВ, доктор філософії

Р. В. ЯКОВЕНКО, доктор сільськогосподарських наук

Уманський національний університет

Наведено результати досліджень впливу оптимізованого удобрення на продуктивність і якість плодів яблуні сорту Чемпіон Арно на підщепі ММ.106 в умовах Правобережного Лісостепу України. Встановлено, що оптимізоване ґрунтове живлення в поєднанні з позакореневим підживленням азотом і бором та застосуванням біостимулятора-антистресанта сприяло істотному підвищенню показників плодоношення дерев і покращенню якісних показників плодів. Отримані результати свідчать про доцільність використання інтегрованої системи удобрення для стабільного отримання врожаю високої якості, що має важливе значення для виробництва конкурентоспроможної плодової продукції.

Ключові слова: яблуня, Чемпіон Арно, ґрунтове удобрення, позакореневе підживлення, урожайність, якість плодів.

Постановка проблеми. Удобрення відіграє важливу роль у підвищенні врожайності плодових насаджень та покращенні якості плодів. Використання широкого спектру традиційних добрив і сучасних біотехнологічних препаратів створює сприятливі умови для забезпечення рослин необхідними елементами живлення. Раціонально підібрана система удобрення гарантує оптимальне постачання мінеральних речовин, позитивно впливає на функціонування садового агрофітоценозу та підвищує економічну ефективність виробництва плодової продукції завдяки більш ефективному використанню ресурсів [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами досліджень Р. В. Яковенка та П. Г. Копитка [3, 4] встановлено, що найвищу врожайність дерев груші сортів Конференція та Основ'янська забезпечило внесення розрахункових норм азоту й калію (фон) із додатковим застосуванням по 30 кг/га N та K. У цьому варіанті врожайність перевищувала показники неудобрених дерев на 31,4–45,1 %, а порівняно з виробничим контролем (N₉₀P₉₀K₉₀) – на 3,5–11,8 %. На відміну від макроелементів, потреба плодових культур у мікроелементах значно менша, проте їх внесення на окремих етапах росту й розвитку дерев має ключове значення та визначає подальшу продуктивність насаджень [5–7]. Використання регуляторів росту в плодових насадженнях сприяє підвищенню врожайності та покращенню якісних характеристик плодів. Крім того, доведено, що вони підвищують зимостійкість і стійкість рослин до несприятливих погодних факторів [8]. Це пояснюється тим, що за дії стресових умов рослини втрачають здатність ефективно засвоювати елементи живлення,

оскільки основні енергетичні ресурси спрямовуються на подолання стресу [9, 10]. Упродовж вегетаційного періоду плодів дерева залишаються чутливими до коливань температури, особливо під час цвітіння, формування зав'язі та росту плодів, а також закладання квіткових бруньок. Найбільш небезпечними в період цвітіння є пошкодження репродуктивних органів морозами, тому застосування регуляторів росту та антистресантів є необхідною умовою [11].

Методика досліджень. Дослідження проводили у яблуневому саду Уманського національного університету 2015 року садіння зі схемою розміщення дерев яблуні сорту Чемпіон Арно на підщепі ММ.106 $4 \times 1,5$ м.

Схема досліду включає варіанти з ґрунтовим удобренням: без добрив (контроль), $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль), $NPK_{\text{розрахунковий}}$. Ґрунт дослідної ділянки чорнозем опідзолений. При закладанні досліду рівень забезпечення ґрунту нітратним азотом (за нітрифікаційною здатністю при 14-добовому компостуванні) був недостатній (вміст $N-NO_3$ у шарі 0–40 см становив 19,7 мг/кг ґрунту, що менше оптимального рівня (25,0 мг/кг) на 5,3 мг/кг). Забезпечення рухомими формами фосфору і калію (за методом Егнера–Ріма–Домінго) відповідно було вищим і недостатнім в шарі 0–60 см (вміст P_2O_5 становив 157 мг/кг за оптимального 70–100 мг/кг і K_2O – 224 мг/кг, що менше оптимального рівня (230–280 мг/кг ґрунту) на 6 мг/кг). Тому для створення оптимального фону живлення азотом і калієм, за показниками агрохімічних аналізів згідно з відповідними рекомендаціями [12] була розрахована норма азотного та калійного добрива для доведення вмісту $N-NO_3$ і K_2O в ґрунті до оптимальних рівнів, яка становила 37,6 кг N і 96 кг K_2O на 1 га. Далі ґрунт у досліді аналізували щорічно і за результатами аналізів розраховували норми азотного добрива для підтримання оптимального вмісту $N-NO_3$ у кореневмісному шарі ґрунту (0–40 см). Вони за три роки досліджень були в межах 27–38 кг N на 1 га саду. Добрива в ґрунт приштамбової смуги вносили навесні (селітра аміачна) та восени (суперфосфат гранульований і калій хлористий) із наступною їх заробкою.

Всі дослідження, виміри та обліки виконували за апробованими й стандартизованими методиками, описаними в методичній літературі [13, 14]. Статистичну обробку проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм.

Результати досліджень. Одним із важливих чинників, що визначає рівень урожайності та значною мірою впливає на товарні характеристики плодів, є навантаження дерев урожаєм (рис. 1). Кількість плодів на дереві яблуні сорту Чемпіон Арно протягом років досліджень залежало від виду та строків внесення добрив і змінювалося в межах 105–126 шт/дер. Застосування розрахункових норм добрив позитивно вплинуло на формування врожаю, забезпечивши приріст кількості плодів на 20 % у порівнянні з варіантом без удобрення. Позакореневе підживлення азотом і бором у весняний та осінній періоди також виявило значний ефект, підвищивши кількість плодів на 12 % відносно контрольного варіанта. Крім того, використання біостимулятора Вуксал Біо Аміноплант забезпечило додаткове збільшення цього показника на 5 % у порівнянні з обробкою дерев водою.

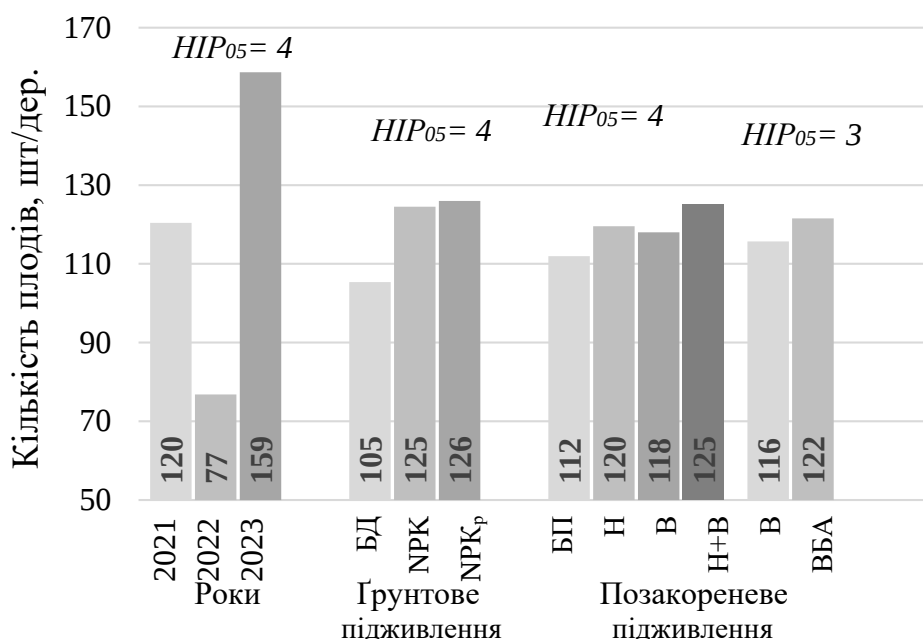


Рис. 1. Кількість плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, шт/дер.: БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н + В – навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА – Вуксал Біо Аміноплант.

Врожайність насаджень виступає одним із ключових критеріїв результативності застосування добрив. У ході досліджень було відмічено суттєвий вплив системи удобрення на врожайність та якісні показники плодів яблуні сорту Чемпіон Арно. У середньому за роки проведення досліджень встановлено, що найвищу врожайність яблук сорту Чемпіон Арно отримано у 2023 році – 31,9 т/га (рис. 2). Цей показник перевищував рівень урожайності 2021 року на 9 %, а також був на 55 % більшим порівняно з результатами 2022 року. Така динаміка свідчить про значний вплив погодних умов і системи удобрення на формування врожаю.

Застосування оптимізованої системи удобрення забезпечило підвищення врожайності на 4 % порівняно з традиційним внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$, та на 32 % відносно контрольного варіанту. Це підтверджує доцільність використання збалансованих схем живлення, що враховують потреби дерев у різні фази вегетації. Значну роль у підвищенні врожайності відіграло позакореневе підживлення, яке проводили навесні та восени, що сприяло підвищенню врожайності на 17 % порівняно з ділянками без підживлення. Також відмічено тенденцію щодо збільшення значення досліджуваного показника за обробки дерев біостимулятором Вуксал Біо Аміноплант.

Одним із ключових показників, що визначає якість отриманої продукції є середня маса плодів.

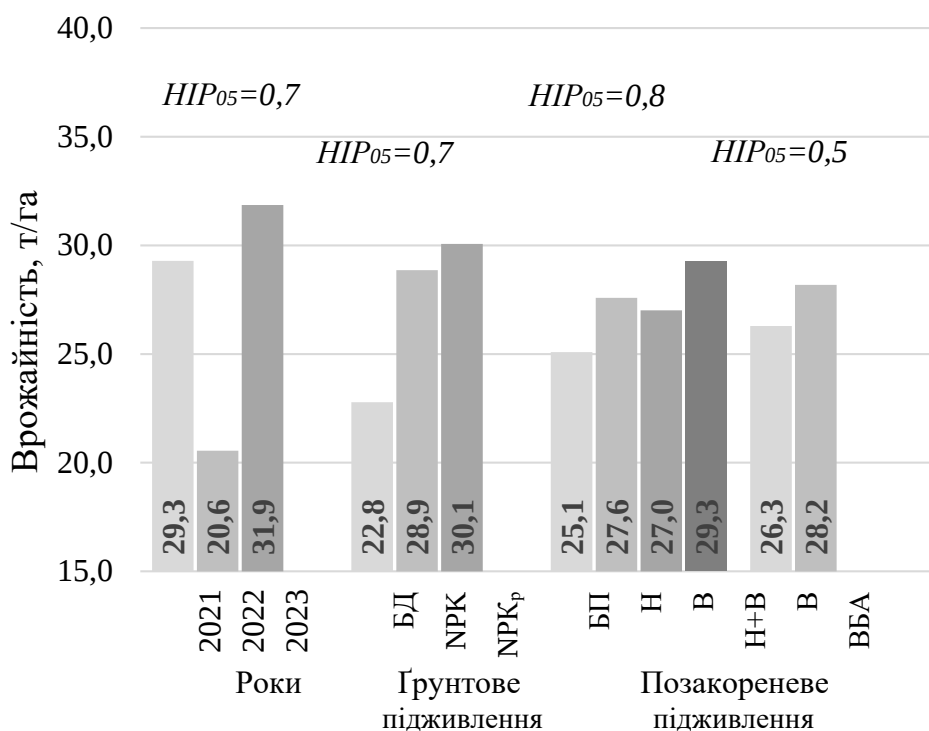


Рис. 2. Врожайність плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, т/га: БД – без добрив, NPK – N₁₂₀P₉₀K₉₀, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, BP – без підживлення (вода), H – навесні (азот + бор), V – восени (азот + бор), H + V – навесні + восени (азот + бор), B – вода, BBA – Вуксал Біо Аміноплант.

Проведені дослідження засвідчили суттєвий вплив як ґрунтового удобрення, так і позакоренових підживлень на формування цього показника. В середньому за період проведення досліджень середня маса плодів яблуні істотно різнилась та переважала у 2021 та 2022 роках, відповідно на 21 і 24 % показник 2023 року (рис. 3). Оптимізоване внесення добрив сприяло збільшенню маси плоду на 9 % порівняно з контролем. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню середньої маси плоду на 4 % порівняно з ділянками без підживлень. Внесення біостимулятора – антистресанта істотного впливу на зміну показника не мало. Вихід товарної продукції зумовлюється сортовими особливостями, розмірами й масою плодів, ґрунтово-кліматичними умовами вирощування, а також застосуванням агротехнічних заходів, серед яких важливе місце посідає удобрення плодкових насаджень.

За підсумками проведених досліджень встановлено, що переважну частину врожаю яблук становили плоди вищого та першого товарних сортів. Середній рівень товарності плодів за роки досліджень істотно відрізнявся та був найвищим у 2023 році (80,4 %), що значно перевищувало показники попередніх років (рис. 4). Щорічне внесення розрахункових норм добрив забезпечувало підвищення товарності плодів на 4 % у порівнянні з контролем (без удобрення).

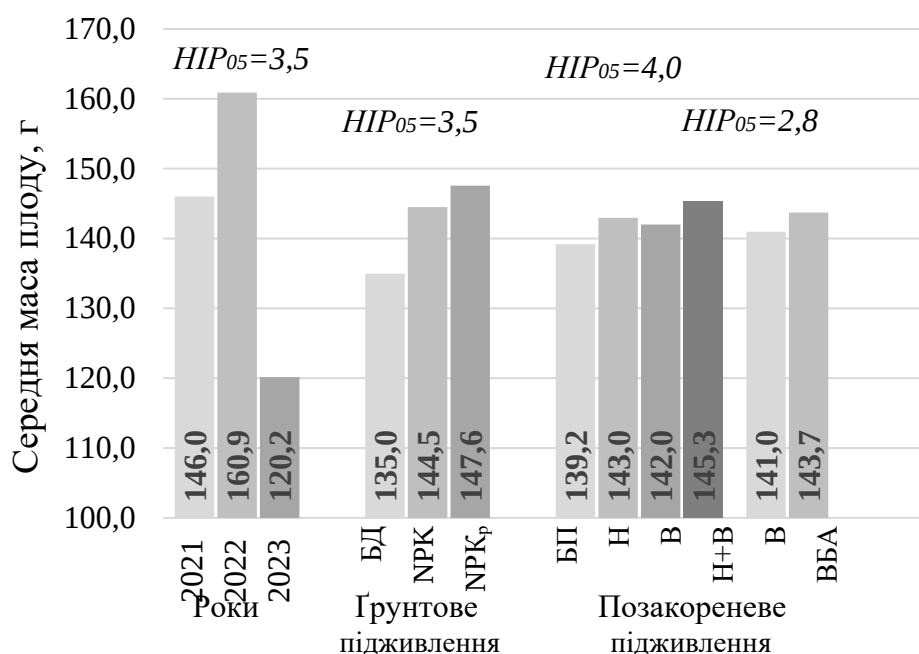


Рис. 3. Середня маса плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, г: БД – без добрив, НРК – N₁₂₀P₉₀K₉₀, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н + В – навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА – Вуксал Біо Аміноплант.

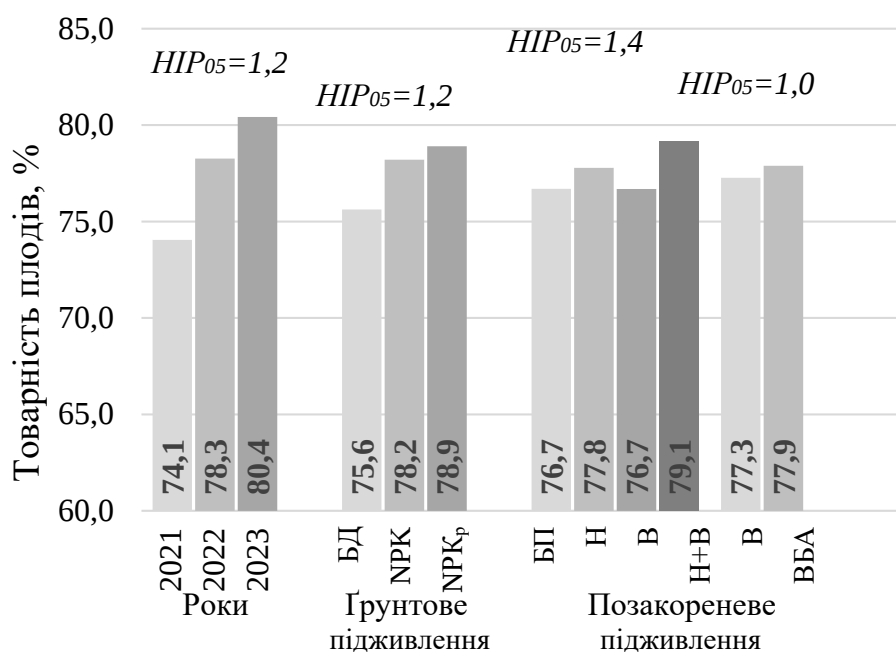


Рис. 4. Товарність плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, %: БД – без добрив, НРК – N₁₂₀P₉₀K₉₀, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н + В – навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА – Вуксал Біо Аміноплант.

Додаткове позакореневе підживлення у весняний та осінній періоди сприяло істотному зростанню частки плодів вищого та першого товарних сортів у структурі врожаю відносно інших варіантів дослідів. Також простежувалася позитивна тенденція до підвищення товарності плодів за обробки дерев біостимулятором-антистресантом.

Висновки. Отримані результати свідчать, що системний підхід до удобрення саду є ключовим фактором для стабільного зростання продуктивності насаджень та покращення товарних характеристик плодів.

В середньому за три роки проведення досліджень встановлено, що за ґрунтового удобрення на 20 % зростала кількості плодів на дереві порівняно з контролем (без добрив), а позакореневе підживлення дерев азотом і бором навесні та восени підвищувало даний показник на 12 %. Застосування оптимізованої системи удобрення забезпечило приріст урожайності на 4 % порівняно з традиційним внесенням $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль) та на 32 % відносно абсолютного контролю (без добрив). Позакореневе підживлення навесні й восени азотом і бором сприяло підвищенню врожайності на 17 % та збільшенню середньої маси плодів на 4 % у порівнянні з варіантами без підживлень. Обробка дерев біостимулятором-антистресантом додатково сприяла зростанню стійкості рослин і тенденції до підвищення товарності плодів.

Література:

1. Мельник О. В. Нове в удобренні яблуні та груші. *Новини садівництва*. 2012. №1. С. 15–18.
2. Trushev I. M., Yakovenko R. V. The impact of optimised fertilisation on the yield and quality of apple fruit. *Збірник наукових праць УНУС*. 2025. Вип. 106. Ч.1. С. 179–188. DOI: 10.32782/2415-8240-2025-106-1-179-188
3. Yakovenko R. V., Kopytko P. G., 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*. 2019. Vol. 54. P. 77–82. doi10.18805/IJARE.A-454
4. Яковенко Р. В., Копитко П. Г. Продуктивність молодих насаджень та якість плодів груші залежно від ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення. *Вісник УНУС*. 2016. № 1. С. 31–37.
5. Слюсаренко В. С. Особливості застосування удобрення та позакореневого підживлення в насадженнях зерняткових культур. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. Вип. 26. С. 180–187.
6. Санін Ю. Мікродобрива гарантують прибуток. *Садівництво по-українськи*. 2014. № 4. С. 34–35.
7. Сологуб Ю. І., Ласинський О. А. Сучасні європейські нанотехнології та німецький досвід на ринку України – високоефективні мікродобрива Козир і Фолік. *Овочі і фрукти*. 2015. № 2. С. 78.
8. Дульнєв П. Регулятори росту для саду. *Садівництво по-українськи*. 2014. № 2. С. 38.
9. Балабак А. В. Еколого-біологічні аспекти застосування біостимуляторів росту рослин. *Збірник тез IV Міжвузівської наук.-практ.*

конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства». Умань, 2014. С. 38–39.

10. Яновський Ю. П. Регулятори росту рослин у промислових багаторічних насадженнях у весняний період вегетації. *Пропозиція*. Спецвипуск. 2015. С. 40–43.

11. Горб О. С., Китаєв О. І. Листкове живлення яблуні. *Садівництво по-українськи*. 2014. №2. С. 16–18.

12. Копитко П. Г. Удобрення плодових і ягідних культур. Київ, 2001. 206 с.

13. Кондратенко П. В., Бублик М. О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ. 1996. 95 с.

14. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костоґриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця, 2014. 332 с.

References:

1. Melnyk, O. V. (2012). New in fertilization of apple and pear. *Horticultural News*, 1, 15–18. [in Ukrainian].

2. Trushev, I. M., & Yakovenko, R. V. (2025). The impact of optimised fertilisation on the yield and quality of apple fruit. *Collection of Scientific Papers of Uman National University of Horticulture*, 106(1), 179–188. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2025-106-1-179-188>. [in Ukrainian].

3. Yakovenko, R. V., Kopytko, P. G., Petrishina, I. P., Butsyk, R. M., & Borysenko, V. V. (2019). 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*, 54, 77–82. <https://doi.org/10.18805/IJARE.A-454>.

4. Yakovenko, R. V., & Kopytko, P. G. (2016). Productivity of young pear plantations and fruit quality depending on soil fertilization and foliar feeding. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 31–37. [in Ukrainian].

5. Slyusarenko, V. S. (2017). Features of the use of fertilization and foliar feeding in pome fruit plantations. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 26, 180–187. [in Ukrainian].

6. Sanin, Yu. (2014). Microfertilizers guarantee profit. *Ukrainian Horticulture*, 4, 34–35. [in Ukrainian].

7. Sologub, Yu. I., & Lasynskyi, O. A. (2015). Modern European nanotechnologies and German experience in the Ukrainian market – highly effective microfertilizers Kozyr and Folik. *Vegetables and Fruits*, 2, 78. [in Ukrainian].

8. Dulniev, P. (2014). Growth regulators for the garden. *Ukrainian Horticulture*, 2, 38. [in Ukrainian].

9. Balabak, A. V. (2014). Ecological and biological aspects of the use of plant growth biostimulators. *Proceedings of the IV Interuniversity Scientific and Practical Conference “Ecology – Ways of Harmonization of Relations between Nature and Society”*, Uman, 38–39. [in Ukrainian].

10. Yanovskyi, Yu. P. (2015). Plant growth regulators in industrial perennial plantations in the spring vegetation period. *Proposal. Special issue*, 40–43. [in Ukrainian].

11. Horb, O. S., & Kytaiev, O. I. (2014). Foliar nutrition of apple. *Ukrainian Horticulture*, 2, 16–18. [in Ukrainian].

12. Kopytko, P. G. (2001). *Fertilization of fruit and berry crops*. Kyiv. 206 p. [in Ukrainian].
13. Kondratenko, P. V., & Bublyk, M. O. (1996). *Methodology of field research with fruit crops*. Kyiv. 95 p. [in Ukrainian].
14. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. G., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2014). *Fundamentals of scientific research in agronomy*. Vinnytsia. 332 p. [in Ukrainian].

Annotation

Trushev I. V., Yakovenko R. V.

Productivity of Apple Trees and Fruit Quality of the ‘Champion Arno’ Cultivar Depending on Optimized Fertilization

The article presents the results of a study on the impact of optimized fertilization on the productivity and fruit quality of ‘Champion Arno’ apple trees grafted onto MM.106 rootstock under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. It was established that the optimization of mineral nutrition, combined with foliar application of nitrogen and boron, as well as the use of a biostimulant-antistressant, contributed to increased orchard yield, improved biometric characteristics of the fruits, and enhanced their marketability. The obtained results confirm the feasibility of using an integrated fertilization system to ensure stable yields of high-quality fruits, which is essential for the production of competitive fruit products. The research was conducted during 2021–2023 in the experimental apple orchard of Uman National University of Horticulture. The study focused on ‘Champion Arno’ apple trees grafted onto MM.106 rootstock under different fertilization treatments.

The research results revealed a significant influence of fertilization systems on the number of fruits produced by ‘Champion Arno’ apple trees. Application of calculated fertilizer rates to the soil increased this indicator by 20% compared to the control. Foliar application of nitrogen and boron in spring and autumn led to a 12% increase in fruit number. The additional use of the biostimulant Wuxal Bio Aminoplant further enhanced fruit set by 5%, confirming the effectiveness of the integrated nutrient management system in yield formation.

In 2023, the yield of ‘Champion Arno’ apple trees reached a maximum of 31.9 t/ha, exceeding the 2021 level by 9% and the 2022 level by 55%. The use of an optimized fertilization system resulted in a 4% yield increase compared to the traditional $N_{120}P_{90}K_{90}$ scheme and a 32% increase compared to the unfertilized control. Foliar applications of nitrogen and boron in spring and autumn raised the yield by 17% and the average fruit weight by 4% compared to untreated plots. The use of a biostimulant-antistressant contributed to improved tree resilience and enhanced market characteristics of the harvest. The proportion of top-grade and first-grade fruits significantly increased under integrated fertilization systems, reaching 80.4% in 2023, which was 6–12% higher than in previous years.

Key words: apple tree, Champion Arno, soil fertilization, foliar feeding, yield, fruit quality.