

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ТРУШЕВ ІВАН МИХАЙЛОВИЧ

УДК 634.11:631.8


ДИСЕРТАЦІЯ

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯБЛУНІ НА СЕРЕДНЬОРОСЛІЙ ПІДЩЕПІ
ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

203 Садівництво та виноградарство
(20 Аграрні науки та продовольство)

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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


_____ І.М. Трушев

Науковий керівник: Яковенко Роман Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2024

АНОТАЦІЯ

Трушев І.М. Продуктивність яблуні на середньорослій підщепі залежно від системи удобрення в Правобережному Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна наукова праця на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 203 – «Садівництво та виноградарство» (20 – Аграрні науки та продовольство). – Уманський національний університет садівництва, Умань, 2024 р.

Удобрення є одним із ключових засобів для підвищення врожайності плодових насаджень і якості плодів. Завдяки потужним технологічним можливостям і широкому вибору традиційних добрив та покращених біотехнологією препаратів, садівники мають змогу забезпечувати рослини всіма необхідними елементами живлення. Оптимізоване удобрення забезпечує належне живлення плодових рослин мінеральними елементами та позитивно впливає на весь садовий агрофітоценоз, сприяючи підвищенню економічної ефективності вирощування плодової продукції завдяки раціональному використанню добрив.

Дослідження проведені впродовж 2021-2023 рр. на кафедрі плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва за тематичним планом «Удосконалення існуючих і розробка нових технологій вирощування садивного матеріалу, плодів, ягід і винограду» (ДР №0121U112523).

Метою дослідження було підвищення продуктивності насаджень яблуні за рахунок позакореневого підживлення азотом і бором в поєднанні із застосуванням біостимулятора-антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для досягнення цієї мети вирішували наступні завдання: дослідити зміни поживного режиму чорнозему опідзоленого під впливом удобрення; вивчити закономірності росту дерев залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення; визначити вміст основних елементів мінерального живлення та пігментів у листках залежно від системи удобрення; вивчити вплив позакореневого

підживлення у поєднанні з внесенням біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового удобрення на урожайність насаджень; визначити товарну якість, вміст деяких компонентів хімічного складу та структуру паренхіми плодів залежно від системи удобрення; провести економічну оцінку застосування позакореневого підживлення азотом та бором, внесення біостимулятора - антистресанта у поєднанні з основним ґрунтовим удобренням насаджень яблуні.

Наукова новизна одержаних результатів. В умовах Правобережного Лісостепу України вперше встановлено закономірності росту і плодоношення незрошуваних насаджень яблуні сорту Чемпіон Арно на середньорослій підщепі ММ. 106 за поєданого оптимізованого ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення азотом і бором сумісно із застосуванням біостимулятора – антистресанта.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів досліджень рекомендовано раціональну систему удобрення насадження яблуні сорту Чемпіон Арно на середньорослій підщепі, що включає в себе позакореневе підживлення азотом і бором та внесення біостимулятора – антистресанта в віковий період плодоношення і росту дерев.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку і показали високу економічну ефективність у навчально виробничому відділі УНУС, ФГ «Гарна справа», СФГ «БОБИК», що підтверджується відповідними актами впровадження. Також результати роботи впроваджено в навчальний процес при викладанні дисциплін «Плодівництво» і «Спеціальне плодівництво».

За різних систем удобрення насаджень яблуні забезпеченість ґрунту мінеральним азотом змінювалась. Так, всередньому за роки досліджень найвищий показник нітрифікаційної здатності отримано у варіанті з виробничим контролем, де щорічно вносили $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 21,2 мг/кг, що на 1,5 мг/кг більше ніж у контрольному варіанті, де добрива не вносили та на 0,5 мг/кг ніж у варіанті з розрахунковою нормою NPK. Внесення азоту в нормі N_{120} і за результатами агрохімічного аналізу ґрунту не

забезпечило оптимального рівня для чорнозему опідзоленого впродовж трьох років досліджень. Це могло бути спричинено швидкою мінералізацією органічних речовин, а також збільшеною потребою дерев на вегетативній підщепі в ущільнених насадженнях у мінеральному азоті.

У шарі 0–60 см всіх дослідних ділянок вміст фосфору впродовж років досліджень перевищував оптимальні для чорнозему опідзоленого рівні (70 – 100 мг/кг ґрунту). У контрольному варіанті без внесення добрив вміст P_2O_5 становив 153 мг/кг, при цьому на удобрюваних ділянках вміст фосфору був у межах від 155 до 164 мг/кг ґрунту.

Вміст калію знаходився нижче оптимального рівня (230 – 280 мг/кг) для чорнозему опідзоленого. У контрольному варіанті, де добрива в ґрунт не вносили впродовж років досліджень відбулось незначне зниження вмісту обмінного калію. У варіантах, зі щорічним внесенням калію в нормі 90 кг/га д.р. та з розрахунковим внесенням в нормі 58 – 116 кг/га д.р. спостерігалось незначне підвищення вмісту K_2O в кореневмісному шарі, але цього було недостатньо для отримання оптимальних показників.

Приріст діаметру штамбу дерев за оптимізованого удобрення на 2,5 мм (або 20 %) переважав контрольний варіант (без добрив) та неістотно на 0,4 мм варіант виробничого контролю ($N_{120}P_{90}K_{90}$). Позакореневе підживлення азотом і бором навесні та восени збільшило значення досліджуваного показника на 11 %, а застосування біостимулятора – антистресанта сприяло потовщенню штамбу на 7 %.

За даними дисперсійного аналізу в середньому за період досліджень середня довжина пагона дерев яблуні сорту Чемпіон Арно за оптимізованого ґрунтового удобрення на 4 % переважала значення показника за щорічного внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль) та на 11 % абсолютний контроль (без добрив). Позакореневе підживлення азотом і бором навесні та восени сприяло збільшенню довжини приростів на 8 % порівняно з ділянками без підживлень. Застосування біостимулятора - антистресанта (Вуксал Біо Аміноплант) сприяло збільшенню значення показника на 6 % порівняно з контролем (вода). Сумарна довжина пагонів

(з розрахунку м/дер.) за внесення розрахункової норми NPK на 16 % перевищувала контроль (без добрив) та на 7 % варіант виробничого контролю. Позакореневе підживлення азотом і бором навесні та восени сприяло збільшенню значення показника на 23 % порівняно з контролем (без підживлення), а внесення біостимулятора – антистресанта (Вуксал Біо Аміноплант) – на 13 % збільшило значення досліджуваного показника порівняно з обробкою дерев водою.

Упродовж періоду досліджень площа листкової пластинки коливалась в межах від 25,4 до 31,6 см² набуваючи максимального значення при підживленні дерев позакоренево азотом і бором та внесенні Вуксал Біо Амінопланту на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення. Впродовж років досліджень площа листкової поверхні з розрахунку на гектар істотно різнилась та переважала у 2023 році (7,4 тис. м²/га), що на 3 – 21 % більше значення в інші роки. Застосування оптимізованого удобрення сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 21 % порівняно з ділянками де добрива не вносили. Проведення позакореневого підживлення восени призвело до зниження площі листкової поверхні на 11 % порівняно з проведенням даного агрозаходу навесні та восени.

Площа проекції крони за внесення N₁₂₀P₉₀K₉₀ перевищило контроль (без добрив) на 10 %. Перенесення строку підживлення азотом та бором на осінній сприяло зменшенню площі проекції крони на 6 % порівняно з проведенням навесні та восени. Також відмічена тенденція щодо збільшення значення показника при застосуванні біостимулятора – антистресанта. Освоєння площі живлення деревами на неудобрюваних ділянках на 9 % поступалось відповідному значенню за внесення N₁₂₀P₉₀K₉₀ та на 8 % порівняно з ділянками за оптимізованого удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з ділянками без підживлень.

Вміст азоту, фосфору та калію в листі переважав у варіанті зі щорічним внесенням N₁₂₀P₉₀K₉₀ (виробничий контроль) та позакореневим підживленням азотом і бором сумісно з внесенням Вуксал Біо Амінопланту (відповідно 2,72, 0,49 та 1,41 %)

Оптимізоване ґрунтове удобрення сприяло збільшенню вмісту суми хлорофілів «а+в» на 9 % порівняно з ділянками без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 6 % порівняно з підживленням восени та на 8 % порівняно з контролем (без підживлення).

За даними дисперсійного аналізу всередньому за роки досліджень кількість квіток істотно різнилась та була найбільшою у 2023 році (856 шт/дер). Це у два рази більше значення даного показника ніж у 2022 році та на 27 % у 2021 році. Кількість квіток за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 9 % , а за оптимізованого внесення NPK на 8 % перевищило значення показника у варіанті без удобрення. Позакореневе підживлення азотом і бором навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 7 % порівняно з підживленням навесні та на 11 % порівняно з варіантом без підживлення. Відмічено більше навантаження дерев плодами при внесенні розрахункової норми NPK та $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 20 % порівняно з неудобрюваними ділянками. Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню кількості плодів на 12 % порівняно з ділянками без підживлень.

Всередньому за 2021 – 2023 рр. найвища врожайність (31,9 т/га) була у 2023 році, що на 9 % більше отриманого у 2021 році значення та майже вдвічі за результат 2022 року. Врожайність дерев за оптимізованого удобрення на 4 % перевищувало значення за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$, та на 32 % ділянки без удобрення. Позакореневе внесення азоту і бору навесні та восени сприяло підвищенню врожайності на 9 % порівняно з підживленням восени та на 17 % з ділянками без підживлення. Застосування біостимулятора – антистресанта сприяло збільшенню врожайності дослідних дерев на 7 %.

Питома продуктивність на площу поперечного перерізу штамба за оптимізованого удобрення переважала на 0,13 кг/см² (або 35 %) значення показника на ділянках без удобрення та була у межах похибки досліду у виробничому контролі. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню

значення досліджуваного показника на 23 % порівняно з контролем (без добрив). Питома продуктивність з розрахунку на одиницю площі листової поверхні ($\text{кг}/\text{м}^2$) за ґрунтового удобрення $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ була більшою на 12%, порівняно з ділянками без удобрення. Оптимізоване ґрунтове живлення сприяло збільшенню питомої продуктивності з розрахунку на одиницю об'єму крони на $0,93 \text{ кг}/\text{м}^3$ порівняно з контролем (без добрив), та лише на $0,15 \text{ кг}/\text{м}^3$ (при $\text{НІР}_{05} = 0,31$) порівняно з виробничим контролем. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло істотному збільшенню питомої продуктивності на 9 % порівняно з контролем. Внесення біостимулятора – антистресанта сприяло збільшенню даного показника на 6 %.

Всередньому за три роки проведення досліджень середня маса плоду яблуні була в межах 132,0 – 153,1 г. набуваючи максимального значення за позакореневого підживлення азотом і бором сумісно з біостимулятором - антистресантом на фоні внесення оптимізованої норми добрив. За даними дисперсійного аналізу 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.

Пересічно за роки досліджень найвищий вихід плодів вищого та першого товарних сортів отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) сумісно з внесенням біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового удобрення розрахунковою нормою $\text{NPK} = 80,3 \%$. Спостерігалось зменшення значення досліджуваного показника за щорічного внесення $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$, хоча воно було неістотним. Найнижчий показник товарності плодів отримано у варіанті з позакореневим підживленням восени азотом і бором на неудобрюваному ґрунтовому фоні – 73,5 %.

Вміст у плодах сухих розчинних речовин та цукрів за внесення розрахункової норми добрив збільшився на 5 % порівняно з виробничим ($\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$) та на 8 % з абсолютним контролем (без добрив). Позакореневе підживлення навесні та восени

(азот + бор) на 11 % сприяло збільшенню значення показників порівняно з контролем (без підживлення). Обробка дерев Вуксал Біо Аміноплантом сприяла збільшенню значення досліджуваних показників на 7 % порівняно з контролем (вода). Позакореневе підживлення навесні, на фоні ґрунтового удобрення, сприяло збільшенню вмісту титрованих кислот у плодах на 10 % порівняно з рештою варіантів підживлення. Внесення добрив у ґрунт істотного впливу на досліджуваний показник не мало.

Аналіз анатомічної будови плоду показав, що на початкових етапах формування плоду додаткове мінеральне живлення майже не впливає на розміри паренхімних клітин. У подальшому, під час росту плоду, мінеральні добрива сприяють збільшенню параметрів клітин паренхіми.

Найбільший прибуток отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) та сумісного внесення біостимулятора – антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового живлення – 254,3 тис. грн, що вдвічі більше ніж у контрольному варіанті (без добрив) та на 64 % ніж у варіанті виробничого контролю (N₁₂₀P₉₀K₉₀). Рівень рентабельності за оптимізованого удобрення становив - 155,8 %, що на 43,4 % більше ніж за виробничого контролю. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором на фоні оптимізованого внесення добрив на 18,1 % підвищило рівень рентабельності порівняно з ділянками без підживлення. Внесення біостимулятора – антистресанта (Вуксал Біо Амінопланта) сприяло збільшенню рівня рентабельності, залежно від фону внесення на 2,2 – 19,5 %. Найнижчий рівень рентабельності отримано у варіанті абсолютного контролю (без добрив) – 109,7 %.

Ключові слова: яблуна, ріст, продуктивність, плодоношення, урожайність, якісні показники плодів, ґрунтове удобрення, позакореневе підживлення, система удобрення, поживний режим ґрунту.

ABSTRACT

Trushev I.M. Productivity of an apple tree on a medium-sized rootstock in relation to a fertilization system in the Right bank Forest steppe zone of Ukraine. – A qualification scientific work on the rights of a manuscript.

A qualification work to get a scientific degree of a doctor of philosophy in the field of study 203 – “Horticulture and viticulture виноградарство” (20 – Agrarian sciences and foodstuffs). – Uman national university of horticulture, Uman, 2024.

Fertilization is one of the key techniques to increase the yield capacity of fruit orchards and fruit quality. Due to a high technological potential and a wide choice of the traditional fertilizers as well as the preparations improved by bio-technology, gardeners can supply plants with all the necessary nutrition elements. Optimized fertilization ensures proper nutrition of the fruit plants with mineral elements; it also has an impact on the whole orchard agro-phytocenosis, facilitating the enhancement of the economic efficiency of the cultivation of fruit produce as a result of the rational use of fertilizers.

The research was carried out according to the thematic plan «The improvement of the existing technologies and the development of the new ones for the cultivation of planting materials, fruits, berries and grapes» (DR №0121U112523) at the department of fruit science and viticulture at Uman national university of horticulture in the years of 2021-2023. The purpose of the research was to increase the productivity of apple orchards due to top dressing with nitrogen and boron in the combination with the application of bio-stimulator-anti-stress agent along with soil optimized fertilization in the conditions of the Right bank Forest steppe zone of Ukraine.

To reach the goal the following tasks were set: to study the changes in the nutrition regime of chernozem opodzolic under the effect of fertilization; to study the regularities of the tree growth in relation to soil fertilization and top dressing; to determine the content of the main elements of mineral nutrition and pigments in the leaves depending on the fertilization system; to study the effect of top dressing in combination with the application of bio-stimulator – anti-stress agent – along with soil fertilization on the yield capacity of

the orchards; to determine commercial quality, the content of some components of a chemical composition and the structure of fruit parenchyma in relation to the fertilization system; to make an economic evaluation of the use of top dressing with nitrogen and boron, the application of bio-stimulator – anti-stress agent – in combination with the major soil fertilization of the apple orchards.

Scientific novelty of the results received. In the Right bank Forest steppe zone of Ukraine, it was for the first time that the regularities of growth and fruiting of the non-irrigated apple orchards, cultivar Champion Arno on medium-sized rootstock MM.106, were identified; the optimized soil fertilization in combination with top dressing with nitrogen and boron along with bio-stimulator – anti-stress agent – was applied.

Practical value of the results received. Based on the research results, it has been recommended to use the rational fertilization system for the apple tree orchards, cultivar Champion Arno on medium-sized rootstock, which includes top dressing with nitrogen and boron and the application of bio-stimulator – anti-stress agent – in the age period of fruiting and growth of the trees.

The main research results were tested in the production area and they showed a high economic efficiency in the educational and production department of UNUH, FE “Harna sprava” (“Good business”)/ AFE “BOBYK”, which was confirmed by the corresponding acts of implementation. In addition, the research results were introduced into the educational process in such courses as “Fruit science” and “Special fruit science”.

The mineral nitrogen availability of the soil in the apple orchards changed under different fertilization systems. On the average, within the three years of the research, the highest indicator of the nitrification ability was received in the treatment with the production control, where $N_{120}P_{90}K_{90} - 21.2$ mg/kg – were applied annually, i.e. by 1.5 mg/kg more than in the control; where fertilizers were not applied, this indicator was by 0.5 mg/kg as compared with the treatment with the calculated NPK rate. The application of nitrogen at rate N_{120} and according to the results of the soil chemical analysis did not result in the optimal level for chernozem opodzolic during the three years under study. It could be caused

by fast mineralization of organic substances as well as the increased mineral nitrogen need of the trees on vegetative rootstock in densely planted orchards.

During the years under study, phosphorus content exceeded the optimal levels for chornozem opodzolic in a layer of 0-60 cm of all the experimental plots (70 – 100 mg/kg of the soil). In the control treatment, without fertilizer application, P_2O_5 content amounted to 153 mg/kg, phosphorus content on the fertilized plots being within 155 and 164 mg/kg of the soil.

Potassium content was lower than the optimal level (230 – 280 mg/kg) for chornozem opodzolic. In the control treatment, where fertilizers were not applied to the soil during the years of research, there was a slight decrease in the exchangeable potassium content. In variants, with annual application of potassium at the rate of 90 kg/ha d.r. and with calculated application of fertilizers, a slight increase in the content of K_2O in the root layer was observed, but this was not enough to obtain optimal indicators.

Under optimized fertilization, the increase of a tree trunk diameter by 2.5 mm (or 20 %) exceeded this indicator in the control treatment (without fertilizers) and it was slightly larger (0.4 mm) than that of the production control ($N_{120}P_{90}K_{90}$). Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn resulted in the increase of the studied indicator by 11 %, and the application of bio-stimulator – anti-stress agent – led to a thicker trunk by 7 %.

According to a variance analysis, on the average in the period under study, under optimized soil fertilization, the average shoot length of the apple tree (cv. Champion Arno) exceeded the indicator value by 4 % when $N_{120}P_{90}K_{90}$ (production control) were applied annually, and it was higher than the absolute control (without fertilizers) by 11 %. In spring and autumn top dressing with nitrogen and boron facilitated the increase of the shoot length by 8 % as compared with the plots without it. The application of bio-stimulator – anti-stress agent (VuksalBioAminoplant) – facilitated the indicator value by 6 % as compared with the control (water). When calculated NPK rate was applied, the total shoot length (m/tree) exceeded the control (without fertilizers) by 16 % and that of the production control by 7 %. Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn resulted in the increase of the

indicator value by 23 % as compared with the control (without feeding), and the application of bio-stimulator – anti-stress agent (VuksalBioAminoplant) – increased the value of the studied indicator by 13 % as compared with that of the trees treated with water.

In the period under study the area of a leaf blade ranged from 25.4 to 31.6 cm² reaching its maximal value when top dressing with nitrogen and boron and bio-stimulator – anti-stress agent (VuksalBioAminoplant) – were applied along with optimized soil fertilization. In the years under the research, the area of a leaf blade, calculated per hectare, differed significantly and exceeded in 2023 (7.4 th. m²/ha), which was higher than the values in other years by 3 – 21 %. The use of optimized fertilization led to the increase of the studied indicator value by 21 % as compared with the plots where fertilizers were not applied. The application of top dressing in autumn led to the area decrease of a leaf blade by 11 % as compared with the situation when this technique was applied in spring and autumn.

Under the application of N₁₂₀P₉₀K₉₀, the area of a crown projection exceeded the control (without fertilizers) by 10 %. When the term of top dressing with nitrogen and boron was shifted to autumn, it facilitated the area decrease of a crown projection by 6 % as compared with the one applied in spring and autumn. There was also a tendency towards the increase of the indicator value when bio-stimulator – anti-stress agent – was applied. The development of the feeding area by the trees on the non-fertilized plots was lower by 9 % than a corresponding value when N₁₂₀P₉₀K₉₀ were applied and by 8 % as compared with the plots under optimized fertilization. Top dressing in spring and autumn facilitated the value increase of the studied indicator by 11 % as compared with that on the plots without feeding.

The leaf content of nitrogen, phosphorus and potassium was higher in the treatment with the annual application of N₁₂₀P₉₀K₉₀ (the production control) and top dressing with nitrogen and boron as well as with the application of VuksalBioAminoplant (2.72, 0.49 and 1.41 %, respectively).

Optimized soil fertilization contributed to the content increase of the sum of “a+b” chlorophylls by 9 % as compared with that of the plots without fertilizers. Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn contributed to the value increase of the studied

indicator by 6 % as compared with the one which was reached when top dressing was applied in autumn, and it was higher by 8 % as compared with the control (without top dressing).

According to the data of a variance analysis, on the average during the years under study, the number of flowers varied considerably and it was the highest in 2023 (856 pcs./tree). This indicator is two times higher than the one of the year of 2022; it exceeds the similar one by 27 % in 2021. The number of flowers under $N_{120}P_{90}K_{90}$ soil fertilization and under NPK optimized fertilization exceeded the same indicator in the treatment without fertilizers by 8 % and by 9 %, respectively. Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn led to the increase of the studied indicator by 7 % as compared with the one which was reached when top dressing was applied in spring; and it was higher by 11 % in the treatment without feeding. It was recorded that trees were more overloaded with fruit (by 20 %) when calculated NPK and $N_{120}P_{90}K_{90}$ rates were applied as compared with under-fertilized plots. Top dressing in spring and autumn contributed to the increase of fruit number by 12 % as compared with the same indicator on the plots without feeding.

In the years of 2021-2023, on the average, the highest yield capacity (31.9 t/ha) was recorded in 2023 which was higher than the one reached in 2021 by 9 % and two times higher than the same indicator recorded in 2022. Under optimized fertilization, the tree yield capacity was 4 % higher than the indicator value received under $N_{120}P_{90}K_{90}$ application; it was higher by 32 % on the plots without fertilizers. Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn contributed to the increase of the yield capacity by 9 % as compared with the one when foliar application was done in autumn; it was higher by 17 % on the plots without feeding. The application of bio-stimulator – anti-stress agent – led to the increased yield capacity of the studied trees by 7 %.

Under optimized fertilization, specific productivity per area of the trunk cross section exceeded the indicator value on the plots without fertilizers by 0.13 kg/cm^2 (or 35 %) and it was within error of the trial in the production control. Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn contributed to the increase of the studied indicator by 23 % as

compared with the control (without fertilizers). Specific productivity calculated per unit of a leaf blade area (kg/m^2) under $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ soil fertilization was larger by 12 % as compared with the plots without fertilizers. Optimized soil fertilization facilitated the increase of specific productivity, calculated per unit of a crown volume, by $0.93 \text{ kg}/\text{m}^3$ as compared with the control (without fertilizers) and only by $0.15 \text{ kg}/\text{m}^3$ (under $\text{SSD}_{05} = 0.31$) as compared with the production control. Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn contributed to a significant increase of specific productivity by 9 % as compared with the control. The application of bio-stimulator – anti-stress agent – led to the increase of this indicator by 6 %.

During the three years under study, on the average, apple fruit mass was within 132.0 – 153.1 g, reaching the maximal value under top dressing with nitrogen and boron together with bio-stimulator – anti-stress agent – along with the application of the optimized fertilizer rate. According to the data of a variance analysis, optimized fertilization led to the increase of fruit mass by 9 % as compared with the control. Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn resulted in the increase of the average fruit mass by 4 % as compared with the plots without feeding.

During the years under study, the largest fruit output of the highest and first grades of the commercial cultivars was received when top dressing (nitrogen + boron) was applied in spring and autumn in combination with bio-stimulator – anti-stress agent – along with soil fertilization with calculated NPK rate, namely 80.3 %. The decrease of the studied indicator value was recorded under annual $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ application, it was not significant though. The lowest indicator of the fruit marketability was recorded in the treatment when top dressing with nitrogen and boron was applied in spring and autumn in the non-fertilized soil – 73.5 %.

When a calculated fertilizer rate was applied, the content of dry soluble substances and sugars in fruit was increased by 5 % as compared with the production ($\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$) control and by 8 % – with the absolute control (without fertilizers). Top dressing (nitrogen + boron) in spring and autumn contributed to the increase of the indicator values as compared with the control (without feeding). The treatment of trees with VuksalBioAminoplant contributed

to the value increase of the studied indicators by 7 % as compared with the control (water). Top dressing in spring and autumn along with soil fertilization led to the increased content of fruit titrated acids by 10 % as compared with the rest of the feeding treatments. The application of fertilizers into the soil had no significant effect on the studied indicator.

The analysis of the fruit anatomical structure has shown that additional mineral feeding has no effect on the sizes of parenchyma cells at the initial stages of the fruit formation. In further fruit growth, mineral fertilizers facilitate the parameter increase of parenchyma cells.

The highest income, namely UAH 254.3 th., was received under top dressing in spring and autumn (nitrogen + boron) in combination with bio-stimulator – anti-stress agent – along with optimized soil fertilization, which was two times more than in the control treatment (without fertilizers) and by 64 % as compared with the production control (N₁₂₀P₉₀K₉₀). The profitability level under optimized fertilization was 155.8 %, which was by 43.4 % more than in the production control. Top dressing with nitrogen and boron in spring and autumn along with optimized fertilization increased the profitability level by 18.1 % in the plots without feeding. The application of bio-stimulator – anti-stress agent (VuksalBioAminoplant) – contributed to the increase of the profitability level by 2.2 – 19.5 % depending on the fertilization treatment. The lowest profitability level was recorded in the absolute control (without fertilizers), and it amounted to 109.7 %.

Key words: apple tree, growth, productivity, fruiting, yield capacity, commercial quality of fruit, soil fertilizer, top dressing, fertilization system, nutrient status of the soil.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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

Список опублікованих праць за темою дисертації.

Статті у фахових виданнях України:

1. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Щодо питань удобрення інтенсивних насаджень яблуні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.*

2023. Вип. 102. Ч. 1. С. 101 – 108. DOI: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-101-108 (особистий внесок 60 %, аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, написання статті; внесок співавтора 40%, підготовка матеріалу).

2. Яковенко Р.В., **Трушев І.М.** Ріст і врожайність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 2. С. 64–70. DOI: 10.32782/2310-0478-2023-2-64-70 (особистий внесок 70 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання статті, внесок співавтора 30%, ідея).

3. Яковенко Р.В., **Трушев І. М.** Урожайність і якість плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024. Вип. 104. Ч.1. С. 70 - 79. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-70-79 (особистий внесок 70 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання статті, внесок співавтора 30%, підготовка матеріалу).

4. Трушев І.М. Ґрунтові умови та урожайність насаджень яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2024. № 2. С. 67 – 71. DOI: 10.32782/2310-0478-2024-2. (особистий внесок 100%, підготовка матеріалу, написання статті).

Матеріали науково-практичних конференцій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Яковенко Р.В., **Трушев І.М.** Плодоношення яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення. *Матеріали XI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни»*. (Оброшине, 10.11.2022) Львів, 2022. С. 102 – 103 (особистий внесок 70 % аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення

результатів досліджень, написання тез доповіді; внесок співавтора 30 %, ідея, підготовка матеріалу).

6. Трушев І.М. Плодоношення дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від систем удобрення. The XIV International Scientific and Practical Conference "People and the world: global problems of human development". Prague, 2023. P. 21 – 24. (особистий внесок 100%, аналіз джерел літератури, проведення польових та лабораторних досліджень, аналіз та узагальнення результатів, написання тез доповіді).

7. Яковенко Р.В., **Трушев І.М.** Якісні показники плодів яблуні сорту чемпіон Арно залежно від систем удобрення. Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва: матеріали доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених. Миколаїв, 2024. С. 49 – 51 (особистий внесок 80 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання тез доповіді; внесок співавтора 20%, ідея, підготовка матеріалу).

8. Яковенко Р.В., **Трушев І.М.** Продуктивність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від системи удобрення. Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Львів, 2024. С. 79 – 80 (особистий внесок 70 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання тез доповіді; внесок співавтора 30 %, ідея, підготовка матеріалу).

9. Trushev I.M. Quality indicators of Champion Arno apple fruits depending on optimized fertilizer. XXVIII International scientific and practical conference «Prospects of Innovative Development in Science and Technology». Gothenburg, 2024. P. 15 – 17. (особистий внесок 100%, аналіз джерел літератури, проведення польових та лабораторних досліджень, аналіз та узагальнення результатів, написання тез доповіді).

10. Яковенко Р.В., **Трушев І.М.** Вміст основних елементів живлення у листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від системи удобрення. VIII Всеукраїнська

наукова інтернет-конференція «Інновації в садівництві». Умань, 2024. С. 20 – 22. (особистий внесок 80 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання тез доповіді; внесок співавтора 20%, ідея, підготовка матеріалу).

Які додатково відображають наукові результати дисертації:

Науково – виробничі рекомендації:

11. Яковенко Р. В., Трушев І. М. Строки позакореневого підживлення яблуні азотом і бором за оптимізованого ґрунтового удобрення / В кн.: Садівництво та виноградарство. Інноваційні розробки кафедри плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва: науково-виробничі рекомендації / В. В. Заморський, О. В. Мельник, Р. В. Яковенко та ін.; за ред. О. В. Мельника. Умань, 2024. С. 28. (особистий внесок 70 %, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання; внесок співавтора 30%, ідея, підготовка матеріалу)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	22
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І ПЛОДОНОШЕННЯ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	26
1.1. Ріст і плодоношення насаджень яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення.....	26
1.2. Вплив удобрення насаджень яблуні на властивості ґрунту.....	31
1.3. Вплив добрив на фізіологічний стан дерев яблуні.....	34
1.4. Якісні показники плодів яблуні залежно від застосування удобрення і підживлення насаджень.....	37
1.5. Економічна ефективність застосування ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення в насадженнях яблуні.....	40
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	43
2.1. Місце проведення досліджень.....	43
2.2. Ґрунтово-кліматичні умови.....	43
2.3. Характеристика досліджу.....	47
2.4. Об'єкти досліджень.....	49
2.5. Методика досліджень.....	51
РОЗДІЛ 3. ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ЗА ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ЯБЛУНІ	54
3.1. Вміст гумусу в ґрунті.....	54
3.2. Поживний режим ґрунту.....	55
3.3. Реакція ґрунтового середовища і сума вбирних основ.....	59
3.4. Біологічна активність ґрунтового середовища	62

РОЗДІЛ 4. РІСТ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	64
4.1. Приріст діаметру штамбу.....	64
4.2. Приріст пагонів і їх сумарна довжина.....	67
4.3. Облистяність дерев яблуні.....	77
4.3.1. Кількість листя.....	77
4.3.2. Площа листкової пластинки.....	80
4.3.3. Площа листкової поверхні.....	83
4.4. Параметри крони дерев залежно від удобрення.....	87
РОЗДІЛ 5. ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ, ПІГМЕНТІВ І ВОЛОГИ В ЛИСТКАХ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ.....	102
5.1. Вологість листя.....	102
5.2. Вміст елементів живлення у листках яблуні.....	105
5.3. Вміст хлорофілу в листі яблуні.....	107
РОЗДІЛ 6. ПРОДУКТИВНІСТЬ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ.....	111
6.1. Кількість квіток і зав'язування плодів	111
6.2. Навантаження дерев яблуні плодами.....	121
6.3. Урожайність дерев яблуні.....	124
РОЗДІЛ 7. ТОВАРНА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	134
7.1. Маса плодів яблуні.....	134

7.2. Товарність плодів яблуні.....	137
7.3. Хімічний склад яблук.....	141
7.4. Структура паренхіми плодів	144
РОЗДІЛ 8. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗА ГРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ.....	149
ВИСНОВКИ.....	153
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	157
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	158
ДОДАТКИ.....	175

ВСТУП

Мінеральне живлення відіграє одну з ключових ролей при інтенсивному вирощуванні плодових насаджень. Його основна мета — ефективно керувати процесами росту та плодоношення для отримання високоякісного врожаю.

На сьогоднішній день садівники стикаються з проблемою зростання цін на добрива, які займають вагомую частку витрат при вирощуванні такої культури, як яблуня. Оптимізація системи живлення ґрунту, шляхом раціонального внесення необхідних добрив для основного удобрення та комплексного використання позакореневих підживлень дозволить значно скоротити витрати та зменшити собівартість вирощуваних плодів. Зменшуючи використання мінеральних добрив також сприяє впровадженню екологічних технологій у садівництві, що дозволяє отримувати якісні плоди при мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Дані Держстату України за 2023 рік свідчать, що площі насаджень яблуні у сільськогосподарських підприємствах склали 75,6 тис. га, за валового виробництва плодів на рівні 1173 тис. тон. Ключовими регіонами для вирощування яблук в Україні залишаються такі, як Вінницька, Чернівецька, Закарпатська, Хмельницька та Черкаська області. Разом вони займають близько 52 % від загальної площі насаджень яблунь і забезпечують 55 % виробництва яблук у країні.

Актуальність теми. Впровадження науково обґрунтованої системи удобрення насаджень яблуні має вирішальне значення для забезпечення стабільно високих врожаїв якісних плодів. Одним з ключових елементів системи удобрення є позакореневе підживлення, яке включає внесення добрив та стимуляторів росту. Тому дослідження росту і плодоношення дерев яблуні в незрошуваних насадженнях на середньорослій підщепі у віковий період плодоношення та росту залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення є важливими для забезпечення високої врожайності насаджень і якості плодів, що й визначає актуальність роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження виконували впродовж 2021-2023 рр. за тематичним планом Уманського національного університету садівництва «Удосконалення існуючих і розробка нових технологій вирощування садивного матеріалу, плодів, ягід і винограду» (ДР №0121U112523).

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження було підвищення продуктивності незрошеного насадження яблуні на середньорослій підщепі за рахунок оптимізованого ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення азотом і бором у поєднанні із застосуванням біостимулятора-антистресанта в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для досягнення цієї мети вирішували наступні завдання:

- дослідити зміни поживного режиму чорнозему опідзоленого під впливом удобрення;
- вивчити закономірності росту дерев залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення;
- визначити вміст основних елементів мінерального живлення та пігментів у листках залежно від системи удобрення;
- вивчити вплив позакореневого підживлення у поєднанні з внесенням біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового удобрення на урожайність насаджень;
- визначити товарну якість, вміст деяких компонентів хімічного складу та структуру паренхіми плодів залежно від системи удобрення;
- провести економічну оцінку застосування позакореневого підживлення азотом та бором, внесення біостимулятора - антистресанта у поєднанні з основним ґрунтовим удобренням насаджень яблуні.

Об'єкт досліджень – насадження яблуні сорту Чемпіон Арно на середньорослій ММ.106 підщепі. Ґрунтове удобрення. Позакореневе підживлення.

Предмет досліджень – закономірності росту і плодоношення дерев яблуні залежно від удобрення та підживлення.

Методи дослідження: польовий (садовий), лабораторний, математично – статистичний.

Наукова новизна одержаних результатів. В умовах Правобережного Лісостепу України вперше встановлено закономірності росту і плодоношення незрошуваних насаджень яблуні сорту Чемпіон Арно на середньорослій підщепі ММ. 106 за поєднаного оптимізованого ґрунтового живлення та позакореневого підживлення азотом і бором сумісно із застосуванням біостимулятора – антистресанта.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів досліджень рекомендовано раціональну систему ґрунтового удобрення в поєднанні з позакореневим підживленням азотом і бором та внесенням біостимулятора - антистресанта в насадженні сорту Чемпіон Арно на середньорослій підщепі в віковий період плодоношення і росту дерев.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку і показали високу економічну ефективність у навчально виробничому відділі УНУС, ФГ «Гарна справа», СФГ «БОБИК», що підтверджується відповідними актами впровадження. Також результати роботи впроваджено в навчальний процес при викладанні дисциплін «Плодівництво» і «Спеціальне плодівництво».

Особистий внесок здобувача. Відповідно поставленої мети і завдань здобувачем була розроблена програма наукових досліджень, підбір методик, опрацювання вітчизняної та закордонної літератури за темою дисертації, виконано обліки і спостереження згідно плану дослідження, проведено статистичну обробку отриманих результатів дослідження, розраховано економічну ефективність, оприлюднено отримані результати, зроблено висновки і на основі них розроблено рекомендації виробництву, апробовано отримані результати і написана дисертація для здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Апробація матеріалів дисертації. Основні результати проведеного дослідження обговорювалися на засіданнях кафедри плодівництва і виноградарства (щорічний звіт виконання плану), оприлюднено та обговорено на: XI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни» (Оброшине, 2022); XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Людина і світ: глобальні проблеми розвитку людства» (Прага, 2023); Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва» (Миколаїв, 2024); II Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції» (Львів, 2024); XXVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи інноваційного розвитку науки і техніки» (Гетеборг, 2024); VIII Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Інновації в садівництві» (Умань, 2024), Науковій конференції «Інновації в садівництві, лісовому господарстві та аграрній економіці» (Городище, 2024).

Публікації. Результати досліджень дисертаційної роботи опубліковано в 11 наукових працях, з яких чотири статті у фахових виданнях України, шість тез доповідей на наукових конференціях та одна – в науково - виробничих рекомендаціях.

Структура та обсяг дисертації. Основний текст дисертаційної роботи викладено на 210 сторінках машинопису, який складається зі вступу, восьми розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг основного тексту 157 сторінок машинопису. Робота ілюстрована 31 таблицею і 24 рисунками. Список використаних джерел налічує 181 найменування, з них – 133 кирилицею та латиницею – 48.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І ПЛОДОНОШЕННЯ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ УДОБРЕННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Ріст і плодоношення насаджень яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення.

Удобрення є одним із дієвих чинників, щодо підвищення врожайності плодкових насаджень й якості плодів, завдяки потужним технологічним можливостям на основі широкого асортименту традиційних добрив і покращених біотехнологією препаратів [1–3]. Але при надлишковому внесенні добрив посилюється сила росту дерев, погіршується якість і лежкість плодів, забруднюється навколишнє середовище. Для вирощування якісної, екологічно чистої продукції, в інтенсивних насадженнях плодкових культур необхідно застосовувати добрива, норми яких розраховані на основі даних ґрунтової та листкової діагностики і використовувати біологічні препарати захисту рослин [4–6].

Світовий досвід інтенсивного використання земельних ресурсів переконливо свідчить, що 30-40 % приросту виробництва сільськогосподарської продукції у Західній Європі та США забезпечується завдяки застосуванню мінеральних добрив [7]. Розгалужена коренева система дозволяє рослинам засвоювати майже всі поживні речовини з ґрунту, що робить удобрення ґрунту основним способом їх живлення. Наявність елементів живлення залежить від багатьох факторів. Основними з них є тип ґрунту, вміст органічних речовин, рН і кліматичні умови. Ці фактори, індукуючи мікробіологічні та хімічні процеси у ґрунті, впливають на їх поглинання [8].

Особливе значення в таких технологіях має азотне живлення. З одного боку це пов'язано з високою інтенсивністю вегетативного росту й формування врожаю, з іншого – дерева на вегетативних підщепах мають поверхневе розташування кореневої системи, яка освоює менший об'єм ґрунту, ніж дерева на насіннєвій підщепі [9–12]. У

той же час, при високому рівні нітратного азоту в ґрунті під плодовими деревами можливе блокування їх живлення фосфором, залізом та іншими елементами, що в свою чергу викликає фізіологічні захворювання та зниження врожайності, а найголовніше завдає шкоди екосистемі шляхом промивання нітратного азоту в глибші шари ґрунту [13–18].

Важливість постачання фосфору деревам яблуні викликана нормальним проходженням репродуктивних процесів, таких як цвітіння та плодоношення, але дефіцит фосфору може вплинути на процес росту яблуні навіть за умови нормального забезпечення іншими елементами. Фосфор відіграє важливу роль у таких фундаментальних процесах, як фотосинтез і дихання. Надмірне живлення плодкових дерев фосфором може призвести до блокування надходження поживних речовин, таких як азот і цинк [19, 20].

Калій, як і азот, є одним з найважливіших елементів живлення для росту плодкових культур. Застосування калійних добрив на різних етапах росту і розвитку саду може сприяти підвищенню врожайності, поліпшенню якості плодів і підтримці відносно постійного рівня калію в листі. Слід зазначити, що зі збільшенням врожайності плодкових культур вміст калію в ґрунті знижується нижче оптимального рівня через збільшення його поглинання плодами [21–24].

Дослідження В.П.Попової та ін. [25], проведені в садах, показують, що вміст калію в ґрунті знижується нижче оптимального рівня через збільшення споживання калію плодами зі збільшенням врожайності. Тому необхідні більш комплексні дослідження щодо застосування калійних добрив у плодкових насадженнях.

За даними Р.В. Яковенка [26], в дослідженні з оптимізованого ґрунтового удобрення за повторної культури дерев груші сортів Конференція й Основ'янської, підвищення врожайності забезпечило удобрення з додатковим внесенням $N_{30}K_{30}$ до розрахункових норм (фон), відповідно, на 37 і 36 % вищу, ніж з неудобрюваних дерев і на 7 і 6 % – з удобрюваних за щорічного внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$, де було менш

збалансоване співвідношення азоту, фосфору і калію при більшій сумарній кількості добрив.

В дослідженнях В.І. Майдебури [27], на півдні України у молодих насадженнях яблуні найбільшу ефективність мали добрива внесені в дозах N_{60} та N_{90} , внесені у два строки: навесні та влітку, незалежно від фону фосфорно – калійних добрив. При цьому підвищення дози до N_{180} мало негативний вплив на закладання плодових бруньок та вступу дерев у плодоношення.

Ряд досліджень [28, 29] вказує на те, що приріст врожаю не завжди пропорційний збільшенню дози добрив, а в деяких випадках призводить до її зменшення. Існує дві основні причини нестабільної ефективності добрив у садівництві: по-перше, у більшості кліматичних зон рекомендована норма внесення добрив коливається від N_{60} до N_{120} незалежно від вікових особливостей, структури саду, схеми садіння та рівня врожайності; по-друге - невідповідність строку внесення добрив до періодів найбільшої потреби рослин в азоті.

У дослідженнях [30, 31] проведених у плодоносному насадженні яблуні сорту Радогость на підщепі 54-118 із внесенням різних доз азотних добрив у ґрунт на фоні фосфорно – калійних отримано приріст врожаю 0,5 – 6,3 т/га порівняно з контролем. Позакореневе підживлення азотом також сприяло підвищенню врожайності на 0,5 – 3,8 т/га порівняно з контролем (без підживлення).

Дослідженнями позакореневого підживлення яблуні, на дослідній станції плодівництва у м. Аувейлер (Німеччина), встановлено, що у сорту Кокс Оранж після обробки добривом Альгомін врожай збільшився на 14 %, карбамідом – 13, а Вуксалом – на 19 %. У дерев сорту Ротербоскоп відповідно на 8, 18 і 8 %. Суміш карбаміду (0,3 %) та Боракса (0,3 %) зумовила підвищення врожайності на 25 % [32].

У Великобританії в дослідних насадженнях яблуні на середньорослій підщепі виявлено, що збільшення норм азоту з 63 до 189 кг/га сприяло підвищенню врожайності, але в окремі роки відбувалось зменшення врожайності [33].

D. Wrona [34], в дослідженнях проведених у Варшавському аграрному

університеті в досліді з вивчення різних норм та способів весняного та осіннього удобрення азотом насаджень яблуні на різних типах підщепи встановив, що значного впливу на врожай азотні добрива не мали. На думку автора кращим є весняне внесення азотних добрив, коли потреба в азоті найвища, а надходження його з органічної речовини недостатнє.

Система удобрення яблуні на клоновій підщепі ММ.106 із внесенням в ґрунт мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) та позакореневого підживлення азотом (у формі карбаміду) забезпечила загальну врожайність на рівні 21,4-33,8 т/га, що на 6,5-14,7 т/га вище, ніж у контрольному варіанті (без внесення добрив) [35].

Дослідженнями Р.В. Яковенка, П.Г. Копитка [36, 37] виявлено, що найвищу врожайність дослідних дерев груші сортів Конференція і Основ'янська отримано при удобренні розрахунковими нормами азоту та калію (фон) з додатковим внесенням по 30 кг/га N та K, де отримано вищу врожайність, відповідно, на 31,4-45,1 % порівняно неудобрюваними деревами, і на 3,5-11,8 % - з виробничим контролем за внесення $N_{90} P_{90} K_{90}$.

Дослідами [38] визначено, що при внесенні повної дози N_{60} та N_{90} на початку вегетації відбулося збільшення кількості однорічних пагонів на 22,3 – 25,1 % та сумарного приросту на 25,5 – 47,9 % за одночасного зниження питомої продуктивності крони. За внесення дрібних доз N_{30} і N_{45} досягнуто найкраще співвідношення між ростовими процесами й урожайністю.

Порівняно з макроелементами, мікроелементи менше використовуються плодовими культурами, але їх застосування на певному етапі росту і розвитку дерев має вирішальне значення і в подальшому впливає на продуктивність насаджень [39 - 41]. У сучасних умовах особливого значення набувають такі елементи, як бор, цинк, молібден, мідь, марганець, залізо та сірка, які є одними з найважливіших біологічно активних речовин у плодкових культурах [13, 42–45].

З роками інтерес до екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур зростає [46, 47]. Сучасні регулятори росту та

антистресанти за санітарно-гігієнічною класифікацією відносяться до нетоксичних речовин. Вони позитивно впливають на ріст і розвиток рослин та швидко трансформуються ґрунтовими організмами і клітинами рослин [48].

Застосування регуляторів росту в плодкових насадженнях забезпечує підвищення врожайності та поліпшує якісні показники плодів. Також відмічено те, що регулятори росту підвищують зимостійкість та стійкість рослин до екстремальних погодних умов [49]. Це пов'язано з тим, що під впливом стресових умов рослини втрачають здатність засвоювати елементи живлення, оскільки всі енергетичні затрати витрачаються на подолання стресу [48, 50]. Під час вегетаційного періоду плодів дерева чутливі до перепадів температур, особливо під час цвітіння, зав'язування і росту плодів, утворення квіткових бруньок. У період цвітіння особливо небезпечне ураження репродуктивних органів морозами, тому застосування регуляторів росту та антистресантів є обов'язковим [51].

У дослідженні Р.В. Яковенка [52] виявлено, що внесення позакореневих добрив, таких як Карбамід у концентрації 0,5 % разом із РЕАКОМ СР-СО 3 %, на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення і без добрив (контроль) має позитивний ефект на фітометричні показники продуктивності груші сорту Золотоворітська на вегетативній підщепі айви А, порівняно з контрольними варіантами це забезпечило оптимальний середній приріст пагонів, що є важливим для інтенсивних садів.

У дослідженнях [53], проведених в Уманському НУС в насадженні груші встановлено значний вплив удобрення на зміну показників площі проекції крони та середньої довжини пагонів. Так при внесенні $N_{90}P_{60}K_{90}$ спостерігалось збільшення довжини однорічних приростів на 10 – 27 % залежно від сорту. Оптимізований фон з додатковим удобренням $N_{30}K_{30}$ забезпечувало збільшення площі проекції крони на 19–38 % порівняно з абсолютним контролем (без удобрення).

З наведених даних можна зробити висновок, що добрива мають позитивний вплив на ростові процеси та загальну продуктивність яблуневих насаджень, незалежно від типів підщеп та умов середовища, в яких проводилися дослідження.

Однак, питання впливу добрив на продуктивність різних сортопідщепних комбінувань яблуні залишається актуальним. Це особливо важливо в контексті незрошуваних насаджень в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

1.2. Вплив удобрення насаджень яблуні на властивості ґрунту

Сьогодні садівництво переживає дві суперечливі тенденції щодо родючості чорноземних ґрунтів та продуктивності агроecosystem. З одного боку, в умовах інтенсивного їх використання прогресує деградація ґрунтів, погіршуються агрохімічні властивості, зростає рівень забруднення та знижується врожайність культур. З іншого боку, правильне використання ґрунтових ресурсів та застосування науково обґрунтованих систем і технологій удобрення сприяють підвищенню ефективності мінеральних добрив, збереженню родючості ґрунтів і підвищенню продуктивності насаджень [4,8].

У дослідженнях [54, 55], які проводились в різних ґрунтово-кліматичних умовах, визначено, що при тривалому внесенні мінеральних добрив підвищувався вміст гумусу, зокрема на польових культурах завдяки збільшенню кількості післяжнивних та кореневих решток; а у плодових насадженнях завдяки збільшенню кількості органічного опаду на деревах де застосовували мінеральні добрива. У ґрунті який взагалі не удобрювали, відбулося зниження рівня гумусу в порівнянні з початковим вмістом.

Важливою характеристикою родючості ґрунту поряд із вмістом в ньому гумусу є також вміст елементів мінерального живлення. Важливою складовою частиною обміну речовин у рослині є її мінеральне живлення, тому що саме воно визначає ріст, розвиток рослинного організму, спрямованість біохімічних перетворень різних сполук, продуктивність насаджень та якість врожаю [56].

Найбільше для живлення плодових рослин потрібний азот. Рослини засвоюють його з ґрунту у формі мінеральних сполук з іонами N - NH₄ і N - NO₃, що вносяться з добривами або формуються в процесі мінералізації органічних речовин. Живлення рослин амонійною формою азоту відбувається нормально за лужної чи нейтральної

реакції ґрунту, достатнього вмісту вуглеводів в рослині, підвищеного вмісту магнію та кальцію в ґрунті. За кислої реакції ґрунтового розчину, тобто в умовах, в яких найчастіше вирощуються плодові дерева, зокрема яблуна та груша, краще буде засвоюватись нітратний азот [10, 57, 58].

Оптимальна забезпеченість плодових дерев яблуні, одним з основних макроелементів живлення, азотом, має важливе значення для підтримання високої продуктивності старих плодових утворень і наростання нових, для кращого зав'язування плодів і меншого їх обпадання під час формування врожаю. Зокрема, існує тісний взаємозв'язок між забезпеченням азотом та врожайністю наступного року [59–61].

В Німеччині дослідниками було встановлено, що в інтенсивних насадженнях зі зростанням врожайності знижується споживання азоту (при врожайності 20 т/га винос азоту становив 104 кг/га, при 80 т/га – 56 кг/га). Зменшення споживання азоту при збільшенні врожайності пояснюється тим, що вищий врожай плодів зменшував ростові показники, адже на нарощування вегетативної маси деревини і витрачаються основні запаси азоту [62].

Внесення азотних добрив дрібними дозами забезпечило рівномірний розподіл мінерального азоту впродовж вегетаційного періоду, що підтверджено коефіцієнтами варіації, які склали 56,5 – 76 % порівняно з 68,3 – 83,9 % за одноразового внесення [38].

У Бельгії й Голландії, з метою зміцнення рослин і генеративних бруньок перед зимою, відразу після збору врожаю в приштамбові смуги вносять 100 – 120 кг/га кальцієвої селітри. Якщо збір проводять у декілька підходів, то це роблять після першого збору. Садівники цих країн вважають, що для нагромадження відповідного рівня азоту в стовбурі і коренях, необхідно вносити його безпосередньо після збирання плодів. Це є також дуже важливим для ґрунтових мікроорганізмів, оскільки їх діяльність знижується та достатньої кількості азоту з органічної частини ґрунту ними вже не мінералізується [63].

Дослідження D. Wrona [64] показали, що за врожайності 40 т/га річне винесення азоту становить 0,05 %, або лише 20 кг/га. Така ж кількість азоту накопичується в дереві впродовж вегетаційного періоду. Тому добрива слід вносити економно, наприклад, 50 - 60 кг/га за потреби, особливо на родючих ґрунтах. Це підтверджено дослідженнями, проведеними на різних ґрунтах і в різних кліматичних зонах [55, 56, 65, 66].

У більшості господарств азотні добрива вносять один раз навесні. Але якщо є загроза весняних заморозків, то дозу даних добрив доцільно ділити на дві частини. Першу, що становить 50–70 % річної дози, використовують ранньою весною, а друга (30–50 %) – через 2–3 тижні після цвітіння. За пошкодження заморозками великої кількості бутонів (квіток), другу дозу азотних добрив не вносять [67].

У Румунії в насадженнях яблуні дослідної станції Беняса встановлено, що за внесення калійних добрив на чорноземі суттєво підвищилась концентрація поживних речовин у ґрунті на глибині, де знаходилась основна маса коренів. Досліджували динаміку хімічних елементів у ґрунті на основі співвідношення між іонами K_2O і P_2O_5 . Було встановлено, що ці співвідношення вплинули на підвищення концентрації азоту і калію на глибині, а фосфору - у верхніх шарах ґрунту [68].

Поряд з внесенням мінеральних добрив значного ефекту досягає також застосування в насадженнях плодкових культур органічних добрив. Найбільш поширеним із них є напівперепрілий гній великої рогатої худоби. Внесення органічних добрив у сад покращує показники родючості ґрунту, підвищує врожайність дерев і широко використовується при вирощуванні органічної продукції садівництва [69–72].

Дослідженнями проведеними в Уманському НУС [73] у тривалому досліді з удобрення насаджень яблуні встановлено, що на створених фонах внесенням органічних добрив (гній ВРХ) забезпечувалося значне підвищення врожаю дослідних дерев яблуні. Зокрема на сильнорослих деревах (насінове підщепа) підвищення врожайності було на 28 і 35 та середньорослих (вегетативна М.4 підщепа) 23 %

порівняно з врожаєм у контрольному варіанті (без внесення добрив) і, відповідно, за мінерального удобрення на 16, 16, 13 %.

Вивчення цього питання є досить актуальним, особливо в умовах незрошуваних насаджень та застосуванні різних систем удобрення, які в свою чергу впливають на ґрунтові процеси.

1.3. Вплив добрив на фізіологічний стан дерев яблуні

В дослідженнях [74] відмічено різницю в темпах та строках надходження елементів живлення в однорічні та багаторічні плодови культури. В останніх виділяють два періоди інтенсивного поглинання поживних речовин: навесні (розпускання бруньок, цвітіння і формування листового апарату) і після припинення росту пагонів, пов'язаного з ростом плодів. Тому для збільшення ефективності використання азотних добрив терміни внесення потрібно наближати до періодів високої потреби в азоті. Це підтверджується результатами ряду досліджень [74–76], які вказують, що застосування добрив невеликими нормами у садах є явно ефективнішим, ніж одночасне застосування великих доз.

У дослідженнях [9, 77] встановлено, що плодови дерева реагують на різні умови азотного живлення зміною синтезу речовин. Залежно від фізіологічних передумов (вік дерев, режим живлення, інтенсивність росту), по різному активізується проходження вегетативних і генеративних процесів, зокрема зміну величини приросту, посилення закладання плодових бруньок та зав'язування плодів. Поєднання цих факторів і становить вплив добрив на збільшення врожайності плодів.

Оптимальна забезпеченість плодових дерев яблуні, одним з основних макроелементів живлення, азотом, має важливе значення для підтримання високої продуктивності старих плодових утворень і наростання нових, для кращого зав'язування плодів і меншого їх обпадання під час формування врожаю [59–61].

Дослідження [64, 78], проведені в інтенсивних яблуневих садах, показують, що через динаміку доступного азоту в ґрунті, азотні добрива слід вносити лише ранньою весною, коли запаси нітратного азоту є мінімальними. Крім того, мінералізація

органічної речовини в ґрунті вивільняє достатню кількість азоту, який інтенсивно поглинається деревами в період з травня по липень.

За дефіциту азоту у плодових рослин насамперед послаблюється ріст, зменшується нагромадження біомаси та змінюється співвідношення між надземною частиною рослини та кореневою системою. Це є наслідком погіршення фотосинтезу, викликаного скороченням площі асиміляційної поверхні листя і вмісту хлорофілу в ньому [10, 57, 58].

Надмірне азотне живлення плодових дерев призводить до подовження вегетаційного періоду та не дозрівання тканин, що спричиняє пошкодження тканин від низьких зимових температур та пошкодження квіток від весняних заморозків. Надлишок нітратного азоту в ґрунті під плодовими деревами пригнічує поглинання поживних речовин, таких як фосфор і залізо, викликає фізіологічні захворювання, знижує врожайність і, найголовніше, завдає шкоди навколишньому середовищу, оскільки нітратний азот проникає в глибші шари ґрунту [13–18, 79–82]. Крім того, надмірне використання мінеральних добрив призводить до викиду великої кількості діоксиду азоту в атмосферу через випаровування аміаку та процес денітрифікації [83].

При запровадженні дерново-перегнійної системи в міжрядді саду необхідне більше удобрення азотом в порівнянні з чистим паром. Якщо в приштамбовій смузі використовують гербіцидний пар або мульчують скошеною травою, це сприяє більшому вмісту азоту в цій зоні [84].

Вплив елементів живлення, особливо азоту, фосфору, калію та мікроелементів на ріст та якість плодів пов'язаний зі складними біохімічними процесами що відбуваються в їх тканинах. При дефіциті основних елементів живлення у ґрунті відбувається зменшення розміру плодів. При надмірному внесенні добрив, особливо азотних погіршується лежкість плодів та зменшується щільність м'якуша [85–88].

Разом з ґрунтовим удобренням для забезпечення дерев необхідними елементами живлення, особливо за великого навантаження дерев плодами та у стресові періоди росту застосовують позакореневе підживлення, що ефективно задовольняє потреби

рослин поживними речовинами. Позакореневе підживлення позитивно впливає на силу цвітіння, збільшується кількість квіткових бруньок, стимулює плодоутворення, зменшує опадання зав'язі та плодів і сприяє прикріпленню їх до кільчатки, також підвищується стійкість рослин до несприятливих чинників, зокрема їх посухо- та холодостійкість, пізніх весняних приморозків, збільшує врожайність, покращує якість і збереженість плодів. При цьому слід зазначити, що позакореневе підживлення досягає максимального ефекту в поєднанні з ґрунтовим удобренням [2, 40, 88–92].

Важливим завданням є забезпечення дерев мікроелементами, навіть в умовах, коли ґрунт містить достатню їх кількість, тому що постачання з нього цих елементів у надземну частину дерева в критичні періоди ускладнюється [93, 94]. При застосуванні позакореневого підживлення мікроелементи постачаються рослині до надземної маси, при цьому вони засвоюються швидше, ніж через коріння. Абсорбція відбувається крізь епідерміс та продихи листка. Нижній бік листка всмоктує більше поживних речовин. У посухостійких рослин речовини всмоктуються повільніше, через більшу щільність епідермісу [95].

Одним з важливих мікроелементів для плодкових дерев є бор. Потреба в ньому різко зростає під час цвітіння. У цей час він бере участь у проростанні пилку та формуванні плодів [51]. У цей період потреба в борі настільки висока, що він може накопичуватися в коренях рослин, але недостатньо накопичується в надземних органах, незважаючи на його достатній вміст у ґрунті [96]. Кальцій разом з бором відіграє дуже важливу роль у формуванні майбутнього високоякісного врожаю. Він відіграє важливу роль у стабілізації пектину клітинної стінки та регулюванні її проникності. Кількість відомих процесів за участю цього іона величезна і охоплює майже всі аспекти розвитку рослин. Кальцій також важливий для якості плодів, і при його дефіциті часто спостерігаються фізіологічні розлади [97–100]. Тому важливо забезпечити баланс поживних речовин для рослин протягом усього вегетаційного періоду. Позитивна роль бору та кальцію у позакореновому підживленні яблуні була підтверджена багатьма дослідниками [101, 102], які виявили значне збільшення

кількості плодів після обробки даними мікроелементами.

О. С. Горб, О. І. Китаїв [103] дослідили, що при оптимальному вмісті НРК в ґрунті, значний приріст врожаю плодів яблуні було отримано при триразовому обприскуванні 0,3 % розчином бору та суміші мікроелементів. Також у даному варіанті підживлення відмічено покращення функціонального стану дерев.

Застосування мікродобрих на основі нанокарбоксилатів металів Мікро-Мінераліс та Нано-Мінераліс оптимізує якість живлення дерев, сприяє зростанню фотосинтетичної активності листового апарату, покращує смак плодів та підвищує показники зберігання яблук [104].

Для позакореневого підживлення мікродобривами важливим є підбір препаратів з вмістом в них мікроелементів у хелатній формі [105]. За даними В. І. Ямкового [106], в досліді із позакореневим внесенням добрива ‘РОСТОК’, встановлено збільшення врожайності дерев яблуні та підвищення якості плодів.

Обов'язковим є удобрення насаджень після збору врожаю. Обробляють дерева яблуні азотом, бором, цинком і калієм. В умовах Нідерландів обприскування насаджень яблуні карбамідом відразу після збору врожаю, покращує забезпеченість генеративних органів азотом. Проводять таке обприскування 2 - 4 рази з різними дозами карбаміду, проводячи останню обробку для зменшення зараження паршею в наступному сезоні. [107].

Проаналізувавши літературні джерела, можна зробити висновок, що застосування добрив в тій чи іншій формі має позитивний ефект на фізіологічний стан дерев. Але залишається актуальним дослідження з вивчення комплексної системи ґрунтового удобрення в поєднанні з позакореневим підживленням азотом та мікроелементами в конкретних ґрунтово – кліматичних умовах.

1.4. Якісні показники плодів яблуні залежно від застосування удобрення і підживлення насаджень

Позакореневе внесення добрив та біопрепаратів стало частиною сучасних технологій вирощування плодів яблуні та має важливе значення для отримання

високоякісних врожаїв в інтенсивних насадженнях, ефективність такого внесення можливе лише за сумісного застосування разом з ґрунтовим удобренням [41, 108–110].

Використання азотних добрив в насадженнях яблуні впливає не тільки на ріст і розвиток рослин. Одним з найважливіших факторів при оцінці впливу поживних речовин на кінцевий продукт є якість плодів, яка може покращуватись, або навпаки погіршуватись та структура врожаю. Встановлено, що забезпечення дерев азотом посилює вегетативний ріст, затримує закінчення вегетації, а також впливає на структуру врожаю, розмір та хімічний склад плодів [111, 112].

В дослідженнях [113] встановлено, що під дією азотних добрив у плодових культур, зокрема яблуні, створюється особливий тип обміну речовин, що зумовлює зміни хімічного складу та морфологічні зміни у тканинах плодів та визначає товарну якість продукції.

В дослідженнях І.І. Середи [114] встановлено, що внесення високих норм азотних добрив ($N_{270} - N_{360}$) сприяє прогресивному збільшенню маси плодів яблуні, проте знижується вміст цукрів з 11,0 до 9,8 % та аскорбінової кислоти – з 13,8 до 11,5 мг %, а також сприяє тенденції до порушення співвідношення цукор – кислота.

Д.О. Кисельов, І.В. Гриник [115] встановили, що істотне збільшення розміру плодів яблуні відбувалось за позакореневого підживлення дерев сорту Флоріна препаратом Терасорб Комплекс. Приріст врожайності становила від 0,57 до 10,88 кг/дерево порівняно із контролем (обробка водою). Застосування препарату також поліпшило біохімічний склад плодів яблуні.

Дослідженнями [116] проведеними в інтенсивному насадженні яблуні встановлено, що істотної різниці між вітчизняним та голландським добривами і способами їх внесення не спостерігалось, але дещо вищою товарністю плодів була за фертигації кристалом та внесенні карбаміду в сухому стані з наступним поливом: відповідно 69,9 та 69,7%, а без внесення добрив – 57,9%.

За даними Chen Q. [10], внесення азотних добрив в інтенсивних насадженнях

груші та яблуні сприяло підвищенню в плодах вмісту загального цукру за рахунок моноцукрів, істотно не вплинуло на рівень кислотності при незначному збільшенні кількості сухих розчинних речовин і аскорбінової кислоти .

Удобрення азотом у складі повного мінерального добрива суттєво підвищило вміст сухих речовин у плодах яблуні сорту Айдаред - у межах 0,9–1,8 % [117]. В дослідженні з поєднанням ґрунтового удобрення з позакореневим підживленням у насадженні сорту Айдаред було отримано збільшення вмісту сухих речовин до 1,4–2,3 %. За внесення подвійних і потрійних доз азоту було зафіксовано підвищення вмісту сухих речовин у межах відповідно на 1,1–2,5 % та 1,6–2,0 % [118].

У дослідженнях В.А. Бондаренка [119], позакореневе обприскування дерев магнієм, бором, цинком, марганцем та нікелем підвищило вміст у плодах яблуні сорту Голден Делішес вітаміну С на 31,8–127,3 % порівняно з контролем вплив на інші показники хімічного складу відзначився неістотно.

Дослідження різних варіантів внесення азотних добрив у карликових яблуневих садах Бразилії показують, що внесення азоту не обов'язкове для забезпечення відмінної якості плодів на ґрунтах з високим вмістом органічної речовини. Це, ймовірно, пов'язано з тим, що достатня кількість азоту для росту дерев і плодоношення отримується за рахунок мінералізації органічної речовини [120].

Подібний результат було виявлено в дослідженні, проведеному в умовах Польщі [34] у Варшавському аграрному університеті. Дослід з вивчення різних норм та способів осіннього азотного підживлення яблуні з різними типами підщеп показали, що азотне підживлення не мало суттєвого впливу на врожайність та якість плодів, але тип підщепи мав значний вплив на ці показники. Рекомендується азот вносити на весні, коли потреба в цьому елементі найвища, а вивільнення його в процесі мінералізації органічної речовини недостатнє.

З наведених даних, можна зробити висновок, що застосування добрив по різному впливає на якість плодів вирощених на різних сортопідщепних комбінуваннях. Залишається актуальним питання впливу різних систем удобрення на якісні

показники плодів у незрошуваних насадженнях та конкретних ґрунтово – кліматичних умовах.

1.5. Економічна ефективність застосування ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення в насадженнях яблуні

Найважливішим економічним показником, що характеризує ефективність всього виробничого процесу в садівничому господарстві, є собівартість продукції. Це пояснюється тим, що цей показник відображає організаційний та технічний рівень виробничого процесу, продуктивність праці тощо [121]. Крім того, рівень рентабельності є загальним показником для визначення економічної ефективності виробництва продукції садівництва [122, 123]. Врожайність саду є найефективнішим показником при визначенні собівартості садівничої продукції розміру прибутку та рівня рентабельності. Основним завданням садівничих насаджень є отримання максимального врожаю плодів найвищої якості з одиниці площі [124, 125].

Масовий перехід у бік інтенсивних технологій у світовому садівництві в останні роки зумовлений дедалі жорсткішими економічними вимогами до виробництва плодів. Цей перехід загострив багато давніх проблем у садівництві, таких як: підвищення продуктивності і скороплідності садів, покращення товарності плодів та зменшення собівартості. Нові типи садів з високою щільністю посадки на вегетативних підщепах прискорюють початок промислового плодоношення та забезпечують інтенсивні темпи зростання врожайності. Вони швидко досягають плато максимальної продуктивності та забезпечують стабільне плодоношення у наступні роки [3, 126–131].

Оптимізоване внесення добрив забезпечує достатню кількість елементів живлення для плодових дерев, позитивно впливає на агроєкосистему саду та підвищує економічну ефективність вирощування плодів завдяки раціональному використанню добрив [13, 132, 133].

Останнім часом дослідники та виробники прийшли до переконання, що максимальну користь від заходів з догляду за плодовими культурами можна

отримати, правильно враховуючи потреби рослин у факторах навколишнього середовища, включаючи мінеральне живлення на конкретних етапах росту і розвитку, при одночасному зниженні загальних витрат, в тому числі на добрива та регулятори росту [134].

З економічної точки зору, використання мінеральних добрив зводиться до впровадження такої технології його внесення, застосування якої обійдеться дешевше порівняно з іншими. При цьому забезпечуватиметься отримання максимально можливої надбавки врожаю, вартість якої буде перевищувати витрати на застосування даного виду добрив [135].

У дослідженнях [38] встановлено, що найбільш ефективними за поверхневого внесення добрив виявилися дози N_{30} та N_{45} , внесені по 1/4 впродовж вегетації, при яких одиниця витрат від внесення добрив та збирання й реалізації додаткового врожаю окуповувалася 10,8 та 13,3 одиницями прибутку.

За даними Р.В. Яковенка [136] встановлено, що найбільші показники економічної ефективності застосування добрив у насадженнях груші були за додаткового внесення N_{30} і $N_{30} K_{30}$ до фону оптимізованого удобрення, розрахунковими дозами добрив встановленими за показниками агрохімічного аналізу ґрунту.

Дослідженнями Р.В. Яковенка [137], проведеними у насадженні яблуні за різних довготривалих систем удобрення встановлено, що найбільш рентабельним є внесення у ґрунт 40 т/га гною та 20 т/га гною + $N_{60}P_{60}K_{60}$, при цьому рівень рентабельності вирощування плодів сорту Айдаред на насінневій та клоновій М4 підщепах становив 189,5–206,8 %, а сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі – 106,3–104,8 %.

Загальний аналіз літературних даних показує різницю між дослідженнями щодо позакореневого підживлення та основного удобрення плодових насаджень. Це пояснюється проведенням досліджень у різних умовах та окремим вивченням способів внесення мінеральних добрив. Відсутність конкретних рекомендацій з

внесення азотних добрив позакоренево підкреслює необхідність додаткового дослідження. Ця ситуація зумовила потребу в подальшому дослідженні впливу ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення в загущених насадженнях яблуні на слаборослій клоновій підщепі. З цією метою ми провели дослідження з визначення способів, строків та норм внесення азотних добрив та бору позакореневим шляхом та застосування біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового живлення в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДО РОЗДІЛУ I

1. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Щодо питань удобрення інтенсивних насаджень яблуні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023 № 102 Ч. 1. С. 101 – 108. DOI: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-101-108

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце проведення досліджень

Дослідження продуктивності насаджень яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення проводили у дослідному саду НВВ Уманського національного університету садівництва зі схемою садіння дерев яблуні 4×1,5м сорту Чемпіон Арно на підщепі ММ.106, що знаходиться в Маньківському природно-сільськогосподарському регіоні Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Правобережного Лісостепу України [139].

2.2. Ґрунтово-кліматичні умови

Ґрунт дослідної ділянки чорнозем опідзолений з вмістом гумусу в шарах 0-20 і 20-40 см відповідно 4,43 та 3,52 % , азоту (за нітрифікаційною здатністю при 14-денному компостуванні) відповідно 20,7 і 20,3 мг/кг, P₂O₅ та K₂O (за методом Егнера–Ріма–Домінго) 20,8 і 18,0 та 24,8 і 18,5 мг/100 г, реакція ґрунтового розчину рН_{сол} 6,1 та 6,0, сума увібраних основ 27,4 і 27,8 мг-екв/100г.

Система утримання ґрунту в міжряддях – дерново-перегнійна, у пристовбурних смугах – гербіцидний пар. Удобрення та захист від шкідників і хвороб проводили за прийнятою в навчально-наукововиробничому відділі Уманського НУС програмою. Насадження незрошуване.

Клімат Уманського району помірно-континентальний з нестійким зволоженням, з довгим жарким літом і короткою м'якою малосніжною зимою.

В середньому річна кількість опадів 586 мм, з них 352 мм – за період вегетації (квітень–вересень), з істотними відхиленнями в окремі роки. Середня багаторічна температура повітря за рік 8,8 °С. Середня за найбільш жаркий місяць липень – 20,9 °С. Число днів з середньодобовою температурою понад 5 °С з її сумою 2900 – 3000 °С триває 205 – 210 днів, а з температурою +10° С і вище з сумою 2530–2870 °С – 160 – 170 днів.

Середня вологість повітря становить 77–78 %, проте у липні та серпні вона спадає до 46–48 %, а в листопаді та грудні підвищується до 88–89 %. Протягом року спостерігаються несприятливі кліматичні явища, такі як грози (до 10 діб протягом року), град (3–4 рази), тумани (50–70 діб), ожеледиці (до 10 і більше разів на рік), а також періоди без опадів (до 20 днів).

Уманський район відзначається тривалим безморозним періодом, що зазвичай триває від 160 до 170 днів. Зимовий період розпочинається в кінці грудня і триває до 2–3 декади березня та характеризується нестійким сніговим покривом, що утворюється у другій половині грудня й залишається на ґрунті в середньому 81 день. Глибина промерзання ґрунту досягає 66 см. У січні середньомісячна температура повітря становить мінус 9,4 °С, проте у окремі роки вона може знижуватися до мінус 30 – 31 °С.

Весна розпочинається, коли середньодобова температура повітря перетинає відмітку 0 °С. Перехід через +5 °С спостерігається на початку квітня, а через +10 °С - в кінці місяця. Зазвичай, в кінці третьої декади квітня завершуються весняні заморозки, а найпізніші можуть відбуватися у другій або третій декаді травня. В окремі роки в квітні та травні спостерігаються суховії, що тривають 6–7 днів або навіть довше.

В умовах Уманського району літо розпочинається з другої декади травня з переходом середньодобової температури повітря через 15 °С і триває до другої декади вересня. На початку літа спостерігається тепла, а в липні – серпні жарка погода. Середня температура повітря в травні-червні +15° – +19 °С, в липні-серпні +19 ° +22 °С. В окремі роки максимальна температура повітря може підніматись до +35 °С. Перехід від літа до осені зазвичай розпочинається з 8–10 вересня і триває до 3–5 жовтня. У цей період характерною є тепла погода з середньою температурою повітря від +9° до +14 °С та невеликим обсягом опадів, який становить 36 мм. Закінчення вегетаційного сезону зазвичай настає в кінці жовтня, коли середньодобова температура повітря знижується до 5 °С.

Таблиця 2.1

Метеорологічні умови у 2021 - 2023 рр. (дані Уманської метеостанції)

Рік досліджень	Всього за рік	Місяць											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Кількість опадів, мм													
2021 р.	641,6	59,7	43,2	32,4	49,9	56,4	104,7	89,8	69,9	16,2	7,0	21,2	91,2
2022 р.	467,5	23,9	7,2	13,4	57,7	22,4	36,3	28,1	44,4	99,2	10,0	71,8	53,1
2023 р.	505,0	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	4,2	33,5	62,3	55,0
Середня багаторічна	586,0	38,0	34,0	36,0	41,0	52,0	81,0	68,0	49,0	61,0	43,0	43,0	40,0
Температура повітря, °С													
2021 р.	8,7	-2,3	-3,8	2,0	7,4	14,0	19,8	23,2	20,3	13,0	7,2	4,7	-1,0
2022 р.	9,6	-1,3	1,8	2,0	8,6	14,5	20,5	21,0	21,7	13,1	10,0	3,7	-0,4
2023 р.	10,8	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4	11,7	4,6	1,2
Середня багаторічна	8,8	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5	8,3	2,8	-1,8
Відносна вологість повітря, %													
2021 р.	77	89	83	77	71	73	73	71	71	74	70	85	88
2022 р.	74	80	76	67	68	59	64	63	71	79	78	89	89
2023 р.	73	89	81	72	80	56	64	68	65	62	73	82	86
Середня багаторічна	76	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88

Метеорологічні показники за період досліджень 2021 – 2023рр. істотно відрізнялись від середніх багаторічних даних (табл. 2.1).

У 2021 році протягом п'яти місяців вегетаційного періоду (травень-вересень) випало 337,0 мм опадів, що на 26,0 мм перевищує середньо багаторічну кількість. У 2022–2023 роках кількість опадів була меншою на 80,6 мм і 143,7 мм відповідно. Найбільше опадів у 2021 році випало протягом червня (104,7 мм), липня (89,8 мм) і серпня (69,9 мм). У 2022 році у вересні випало 99,2 мм опадів, що на 38,2 мм більше за середньо багаторічну кількість, а у 2023 році більше опадів випало у липні на 36,0% від середньо багаторічної кількості. У 2021 році вересень був посушливим з опадами у розмірі 16,2 мм, що негативно вплинуло на врожайність. У 2022 році посуха спостерігалася в травні (22,4 мм) і липні (28,1 мм), що негативно позначилося на вегетації. А у 2023 році посуха відзначилася у червні, серпні, і особливо у вересні (4,2 мм).

У 2021 та 2022 роках середньомісячна температура протягом основних місяців вегетації (травень-вересень) відповідала середній багаторічній температурі і становила 18,1 °С та 18,2 °С відповідно. У 2023 році вона склала 19,5 °С, що на 1,5 °С перевищувало середній багаторічний показник. Вересень 2023 року відрізнявся середньомісячною температурою 18,4 °С, що на 5,4 °С перевищувало відповідний показник у 2021 році, і на 3,9 °С - середній багаторічний показник. Також варто відзначити підвищену температуру у зимовий період 2023 року, особливо в січні і лютому, коли вона була на 3,2 °С та 2,1 °С вище відповідно до середніх багаторічних даних.

Відносна вологість повітря в 2021 році за період вегетації в середньому становила 72,4 %, що на 4,8 % вище за середньо багаторічний показник. Сезони 2022 та 2023 років відзначились дещо нижчими показниками порівняно з багаторічними даними відповідно на 0,4 та 4,6 %.

В загальному погодні умови впродовж 2021 - 2023 рр. характеризувались дещо підвищеною температурою повітря та нерівномірним розподілом опадів протягом вегетаційного періоду.

2.3 Характеристика дослідів

Дослід закладено навесні 2021 р. з 24 варіантами (табл. 2.2). Повторність дослідів була триразова з 15 обліковими деревами на варіанті.

Схема дослідів включала варіанти з ґрунтовим удобренням, $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль), $NPK_{\text{розрахунковий}}$, позакореневим підживленням (азотом і бором у різні строки і внесенням біостимулятора-антистресанта (Вуксал Біо Аміноплант).

Добрива в ґрунт вносили навесні та восени із наступною заробкою фрезою. Позакореневе обприскування проводили навесні 0,5 % - м розчином карбаміду (перше – на початку відокремлення бутонів (ВВСН 57 – 59), друге через 10 – 14 діб після цвітіння (ВВСН 71 – 73) та 0,5 % - ю борною кислотою (перше – у фазу розпускання бутонів (ВВСН 61 – 63), друге – через 2–3 дні після закінчення цвітіння (ВВСН 69 – 71). Підживлення восени – карбамід (розпочинали за тиждень після збору врожаю, обприскувати тричі з 7 – 10 добовим інтервалом (ВВСН 91 – 92) з концентрацією добрива в розчині, відповідно, 1,0; 3,0; 5,0 %); борна кислота 1,0 % - на (розпочинали за тиждень після збору врожаю, обприскували двічі з 7 – 10 добовим інтервалом (ВВСН 91 – 92). Внесення біостимулятора проводили чотири рази за вегетацію: перше – по розовому бутоні (ВВСН 57 – 59), друге – у фазу зав'язування плодів (зав'язь розміром до 20 мм – ВВСН 71 – 73), третє – перед червневим опаданням зав'язі (плід досягає половини типової величини – ВВСН 74 – 76), четверте – початок досягання плодів (ВВСН 81 – 82) з нормою внесення в перших обприскуваннях – 1,0 л/га і наступних – 2,0 л/га. Обробки проводили згідно рекомендацій виробника.

Схема досліду

Ґрунтове удобрення	Позакореневе	
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта
Без добрив (контроль)	Без підживлення (вода)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
	Восени (азот + бор)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	
	Вуксал Біо Аміноплант	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення (вода)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
	Восени (азот + бор)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	
	Вуксал Біо Аміноплант	
НРК розрахунковий	Без підживлення (вода)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
	Восени (азот + бор)	Вода (к)
		Вуксал Біо Аміноплант
Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	
	Вуксал Біо Аміноплант	

2.4. Об'єкти досліджень

Чемпіон Арно - сорт яблук ранньозимового терміну дозрівання. Клон сорту Чемпіон. Виведений в Польщі. Плоди по інтенсивності забарвлення значно перевершують вихідний сорт, а також мають більш багатий смак. Дерево середньоросле, після вступу в пору плодоношення сила росту слабшає. Формує компактну, овальну крону середньої густоти. Спостерігається здатність закладати плодіві бруньки на однорічному прирості.

Плоди великі, масою (160-200 г.), округло-овальної форми. Шкірочка зеленувато-жовтого кольору, покрита інтенсивним помаранчево-червоним рум'янцем з розмитих смуг і сіро-жовтими опробковілими чечевичками. М'якоть світло-кремова, середньої щільності, дуже соковита, ароматна, відмінного кисло-солодкого смаку. Дегустаційна оцінка - 4,5-4,7 бала.

Цвіте в середні терміни. Кращі запилювачі: Лобо, Делікатес, Голден Делішес Рейндерс, Алва, Айдаред, Елстар, Глостер, Лігол, Спартан, Еверест, Професор Шпрінгер, Голден Джем.

Сорт дуже скороплідний, високоврожайний, щорічне плодоношення. Вступає в пору плодоношення на 3-й рік після садіння в сад. Деревя дають в 6-ти літньому віці - 17-25 кг яблук. Знімальна зрілість плодів - середина вересня, споживча стиглість - жовтень. На молодих яблунях плоди утримуються міцно. У разі ж запізненням зі збиранням врожаю плоди зберігаються гірше і швидше втрачають свої смакові якості. При зберіганні в холодильнику яблука залишаються свіжими протягом 5 місяців (до середини весни), в умовах сховища плоди зберігаються не більше 1,5-2 місяців. Період споживання плодів - з другої половини вересня до березня-квітня.

Зимостійкість середня. Стійкість до парші середня, до борошнистої роси середня, чутливий до хвороби кори і деревини. Транспортабельність плодів середня. При перевезенні плодів потрібна якісна упаковка. Основне призначення - вживання плодів у свіжому вигляді в осінньо-зимовий період [139, 140].

Підщепа ММ.106 – виведена на Моллінг-Мертонівській дослідній станції садівництва в Англії схрещуванням яблуні сорту Північний розвідник з підщепою М1

[141].

Корені добре розвинуті у горизонтальному і вертикальному напрямках, тому дерева на ній добре закріплюються в ґрунті і, як правило, не нахиляються. Кореневі паростки відсутні. Сумісність з основними сортами добра. Молоді дерева на ММ 106 ростуть інтенсивно.

Плодоношення в основних сортів починається з 3-4-го року після садіння. Періодичність його у більшості сортів виражена слабо. Урожайність насаджень висока. Сади на цій підщепі добре вдаються на всіх основних типах ґрунтів, навіть з важким механічним складом. Вони витримують короточасну близькість підґрунтових вод і перезволоження ґрунту.

Вуксал БІО Аміноплант – високоякісний біостимулятор-антистресант рослинного походження, отриманий особливо «м'якою» технологією екстрагування, яка дозволяє зберегти всі властивості біологічно активних речовин. Активує захисну систему рослин проти дії несприятливих факторів, покращує розвиток кореневої системи, зав'язування плодів. Швидко та ефективно виводить рослини при стресі, викликаному гербіцидами або іншими чинниками. Володіє властивостями підкислення робочого розчину. Рекомендований як обов'язковий компонент робочого розчину під час внесення ЗЗР.

Склад (г/л): амінокислоти – 141,8, N – 22,7, P₂O₅ – 22,7, K₂O – 22,7.

Амінокислоти, які входять до складу Вуксал БІО Аміноплант: Аланін, Аргінін, Аспарагінова кислота, Цистин, Глутамінова кислота, Гліцин, Гістидин, Ізолейцин, Лейцин, Лізин, Метіонін, Валін, Орнітин, Фенілаланін, Пролін, Серин, Треонін, Триптофан, Тирозин .

Додатково до складу Вуксал БІО Аміноплант входять: Гамма-Аміномасляна кислота (ГАМК), Ауксин, Фітинова кислота, Інозитол, Холін, мікроелементи, вітаміни (B1, B2, B3), Нікотинова кислота, Біотин та Фолієва кислота.

Ключові переваги:

- Сертифікати FiBL та Органік Стандарт, що підтверджують придатність до

використання в органічному землеробстві.

- Високий вміст амінокислот рослинного походження та інших біоактивних речовин.
- Ефективна позакоренева абсорбція.
- Активує захисну систему рослин проти дій несприятливих факторів.
- Покращує розвиток кореневої системи.
- Володіє властивістю підкислювати робочий розчин.
- Має відмінні властивості прилипача та зволожувача.
- Забезпечує оптимальну дію ЗЗР.
- Наявність спеціальних добавок забезпечує оптимальне поглинання біологічно активних речовин, незалежних від погодних умов [142].

Для ґрунтового удобрення насаджень яблуні застосовували фосфорні (суперфосфат гранульований 19 % д.р.), калійні (калій хлористий 62 % д.р.) та азотні добрива (аміачну селітру 34,4 % д.р.). Позакоренево обприскували дерева карбамідом (N – 46%) та борною кислотою H_3BO_3 (B_2O_3 - 56,25-56,90%).

2.5. Методика досліджень

1. Агрохімічні властивості ґрунту. Зразки для визначення агрохімічних властивостей ґрунту відбирали у шарі 0–60 см, з 20-сантиметрових шарів вздовж профілю протягом періоду від третьої декади липня до першої декади серпня, після завершення росту пагонів. У відібраних зразках визначали:

- а) вміст гумусу за оксидиметричним методом ДСТУ 4289–2004 [143];
- б) вміст фосфору та калію за методом Егнера–Ріма–Домінго [144];
- в) активну кислотність рН – метричним методом ДСТУ ISO 10390–2001[145] ;
- д) суму вбирних основ за методом Каппена [144] .

Розрахунок норми азотних добрив проводили згідно патенту на корисну модель №139762 «Спосіб визначення норм азотного добрива для оптимізованого удобрення яблуні та груші», використовуючи слідуєчу формулу:

$$D = B + \frac{(C_0 - C_f)m}{1000}, \text{ де}$$

D — доза добрива, кг/га; B — відчужуване винесення азоту при запланованому врожаю плодів, кг/га; C_0 — оптимальний вміст $N-NO_3$ в шарі 0—40 см даного ґрунту після 14 добового компостування, мг/кг; C_f — фактично виявлений аналізами вміст $N-NO_3$ після 14-добового компостування, мг/кг; m - маса (об'ємна) шару ґрунту 0—40 см на площі 1 га, т /га [146].

Розрахунок фосфорних і калійних норм добрив проводили згідно патенту на корисну модель №148353 «Спосіб визначення розраховуваних доз фосфорних і калійних добрив для удобрення яблуні та груші» [147].

2. Біологічні властивості ґрунту. Нітрифікаційну здатність ґрунту визначали за методом Кравкова [144] з 14-денним компостуванням в термостаті у зразках, відібраних для визначення агрохімічних властивостей у липні – серпні.

Інтенсивність дихання ґрунту визначали за методом Штатнова [144] тричі за період вегетації у травні, липні та вересні.

3. Аналізи рослинних зразків. Вміст зелених пігментів (хлорофіли “а” і “b” та їх сума) в листках визначали за методом Годнева [148] визначали у липні, серпні, вересні

Вміст у листках загальних сполук азоту, фосфору та калію визначали за МВВ 31–497058–019-2005 [149] зі зразків, відібраних у терміни, коли відбирали ґрунт для агрохімічних аналізів (липень–серпень). Вологість листя визначали термостатно–ваговим методом [144] у тіж терміни, що і пігменти – у липні, серпні, вересні.

Середню масу плоду встановлювали зважуванням 100 яблук з кожного варіанту [150]. Щільність плодів пенетрометром FT 327 з плунжером діаметром 11 мм (шкірку видаляли). Вміст у плодах сухих розчинних речовин визначали рефрактометром РПЛ-3 [151], кислотність плодів визначали титруванням 0,1N розчином лугу за ДСТУ 4957:2008 (пункт 4) з перерахунком на яблучну кислоту [152]. Вміст цукрів у плодах визначали після збирання врожаю за перманганантним методом згідно ДСТУ

4954:2008. 2009 [153].

4. Фітометричні показники вимірювали згідно методичних рекомендацій Інституту садівництва НААН України [154] та Уманського НУС [150].

Діаметр штамбу вимірювали на висоті 30 см над місцем щеплення. Довжину пагонів вимірювали лінійкою від основи пагона до верхівкової бруньки в кінці вегетації, середню довжину визначали із 15 пагонів. Інтенсивність цвітіння визначали підрахунком кількості квіток на дереві. Ступінь зав'язування плодів підраховували після червневого осипання як відношення кількості зав'язі до кількості квіток [154].

Площу листкової поверхні визначали методом висічок з подальшими розрахунками площі листкової поверхні [154].

Товарну обробку плодів здійснювали за ДСТУ 8133:2015 [155], вказуючи вихід плодів вищого, першого і другого товарних сортів.

Анатомічну будову плоду встановлювали згідно методичних рекомендацій [156]. Зрізи для анатомічних досліджень виготовлялись на мікротомі МЗ-1 та відразу ж проглядали під мікроскопом MICRO med. Під час проведення вимірів анатомічних досліджень використовували спеціальну комп'ютерну систему для мікроскопії та аналізу «Micro Capture Software Ver 6.9.12». Дослідження було проведено в п'ять строків в період інтенсивного росту плодів, щоб визначити як удобрення впливає на збільшення розміру клітин

Економічну й енергетичну ефективність застосування агротехнічних заходів розраховували нормативним методом, порівнюючи затрати праці та капіталовкладень на виробництво яблук з вартістю урожаю за ринковими цінами [157].

Для оцінювання точності досліджень і рівня достовірності даних в роботі виконували статистичну обробку даних з використанням програми Statistica 10, методом багатофакторного дисперсійного і кореляційного аналізів [154].

РОЗДІЛ 3. ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ ЗА ҐРУНТОВОГО

УДОБРЕННЯ ЯБЛУНІ

3.1. Вміст гумусу в ґрунті

Гумус є однією з ключових складових ґрунту, яка робить його відмінним від мінеральної породи. Формування гумусу пов'язане з процесами нагромадження, розкладу і перетворення органічної речовини. Гумусованість ґрунту вважається ключовим показником його родючості, що впливає на фізичні, агрохімічні та біологічні характеристики, які визначають оптимальність ґрунтового середовища для живлення плодових рослин. Оптимальний рівень родючості ґрунту для яблуні характеризується вмістом гумусу у межах 1,5–4,5 % [65, 158].

За даними ряду авторів [54, 55], встановлено, що тривале внесення мінеральних добрив підвищує вміст гумусу в ґрунті порівняно з ділянками, де добрива не вносилися.

Чорнозем опідзолений ґрунт дослідної ділянки на початку проведення досліджень у 2021 році містив гумусу в шарах ґрунту 0-20; 20-40 і 40-60 на рівні 4,45; 3,54 і 3,18 %.

У 2023 після трьох років проведення досліджень виявлено зміни у вмісті гумусу в ґрунті. Так у контрольному варіанті де добрива не вносили вміст гумусу в шарі ґрунту 0-60 см становив 3,66 %, що на 0,06 % менше ніж у 2021 році. У варіанті виробничого контролю, де щорічно вносили $N_{120}P_{90}K_{90}$ даний показник становив 3,71 %, що лише на 0,01 % менше порівняно з 2021 роком. У варіанті де вносили розраховану норму добрив згідно з агрохімічним аналізом ґрунту вміст гумусу в шарі 0 – 60 см зменшився на 0,03 %.

При внесенні мінеральних добрив у ґрунт спостерігалось значне збільшення біомаси рослин, частина якої опадала на ґрунт і збагачувала його органічною речовиною, що підтверджується дослідженнями проведеними в різних ґрунтово – кліматичних умовах [55,137]. Це частково призводило підвищення вмісту гумусу у ґрунті, але цього недостатньо, для його позитивної динаміки.

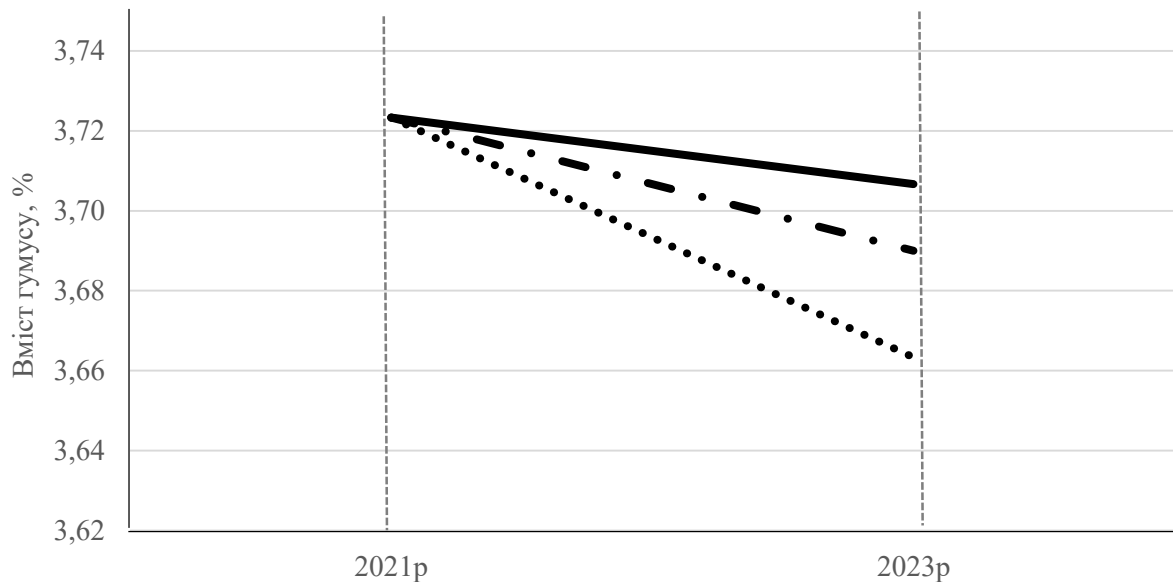


Рис. 3.1. Динаміка вмісту гумусу у шарі ґрунті 0–60 см за різних систем удобрення
 ···· контроль (без добрив); — N₁₂₀P₉₀K₉₀; — · — · NPK_{розрахунковий}

Важливою характеристикою родючості ґрунту поряд із вмістом в ньому гумусу є також вміст елементів мінерального живлення [56].

3.2. Поживний режим ґрунту

Підвищення родючості ґрунту та створення оптимальних умов для мінерального живлення плодкових рослин у садівництві є крайньо важливим завданням, тому що сади вирощуються на одному місці впродовж тривалого періоду [159].

Найбільше для живлення плодкових рослин потрібний азот. Рослини засвоюють його з ґрунту у формі мінеральних сполук з іонами NH₄⁺ і NO₃⁻, що вносяться з добривами або формуються в процесі мінералізації органічних речовин [10, 58]. Для встановлення рівня забезпечення ґрунту азотом проводять визначення його нітрифікаційної здатності за методом Кравкова. Його перевага полягає в оцінці не лише рівня мінерального азоту в ґрунті на момент вимірювання, але й у потенційних можливостях ґрунту генерувати його протягом вегетаційного періоду [13, 144].

За результатами наших досліджень (табл. 3.1), нітрифікаційна здатність чорнозему опідзоленого змінювалась залежно від варіантів удобрення.

Таблиця 3.1

Вміст нітратного азоту залежно від варіантів удобрення, мг/кг

Ґрунтове удобрення	Шар грунту, см	Рік дослідження			Середнє за три роки
		2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	0 - 20	19,0	21,0	19,9	20,0
	20 - 40	18,6	20,5	19,3	19,5
	40 - 60	17,8	19,8	18,8	18,8
	0 - 40	18,8	20,8	19,6	19,7
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	0 - 20	20,5	22,1	21,1	21,2
	20 - 40	20,2	22,3	20,8	21,1
	40 - 60	19,7	22,0	20,5	20,7
	0 - 40	20,4	22,2	21,0	21,2
NPK розрахунковий	0 - 20	20,0	22,0	20,6	20,9
	20 - 40	19,3	21,6	20,4	20,4
	40 - 60	18,9	22,2	19,6	20,2
	0 - 40	19,7	21,8	20,5	20,7
NIP ₀₅	0 - 20	1,0	1,1	1,1	
	20 - 40	0,9	0,9	1,2	
	40 - 60	1,1	1,2	1,2	
	0 - 40	1,0	1,1	1,1	

У 2021 році рівень N – NO₃ в шарі ґрунту 0 – 40 см знаходився на рівні 18,8 – 20,4 мг/кг ґрунту в залежності від досліджуваного варіанту удобрення, але цей показник був меншим від оптимального для яблуні для чорнозему опідзоленого – 25 – 31 мг/кг ґрунту [13]. Найвищий показник нітрифікаційної здатності отримано у варіанті з виробничим контролем де щорічно вносили N₁₂₀P₉₀K₉₀ - 20,4 мг/кг, що на 1,6 мг/кг більше ніж у контрольному варіанті, де добрива не вносили та на 0,7 мг/кг ніж у варіанті з розрахунковою нормою NPK. У 2022 і 2023 роках відмічено подібну тенденцію щодо вмісту нітратного азоту в ґрунті. Так у варіанті виробничого контролю рівень N – NO₃ становив відповідно 22,2 та 21,0 мг/кг, тоді як за оптимізованого удобрення – 21,8 і 20,5 мг/кг. Слід зауважити, що внесення азоту в нормі N₁₂₀ і N_{розрахункового} не забезпечило оптимального рівня для чорнозему опідзоленого впродовж трьох років досліджень. Це могло бути зумовлено швидким

проходженням мінералізації органічної речовини, а також більшою потребою мінерального азоту деревами на вегетативній підщепі в ущільнених насадженнях.

Наявність рухомого фосфору у ґрунті є ще одним важливим показником його родючості. Внесення мінеральних добрив покращило фосфорний режим дослідної ділянки. Наші дослідження свідчать, що рухомий фосфор був більш концентрованим у верхньому шарі ґрунту (0-20 см), а зі зростанням глибини спостерігалось його поступове зменшення (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вміст фосфору (P_2O_5) залежно від різних систем удобрення саду, мг/кг

Ґрунтове удобрення	Шар ґрунту, см	Рік дослідження			Середнє за три роки
		2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	0 - 20	201	199	196	199
	20 - 40	180	178	174	177
	40 - 60	86	85	81	84
	0 - 60	156	154	150	153
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	0 - 20	219	224	230	224
	20 - 40	187	183	181	184
	40 - 60	86	84	82	84
	0 - 60	164	164	164	164
НРК розрахунковий	0 - 20	204	201	198	201
	20 - 40	182	180	173	178
	40 - 60	86	85	82	84
	0 - 60	157	155	151	155
NIP ₀₅	0 - 20	14	13	16	
	20 - 40	14	13	16	
	40 - 60	10	8	9	
	0 - 60	12	10	12	

У середньому за 2021-2023 роки у контрольному варіанті без внесення добрив вміст рухомого фосфору у шарі ґрунту 0-60 см становила 153 мг/кг, що є вище оптимального значення [13]. На тих ділянках, де проводилося внесення добрив, упродовж даного періоду вміст фосфору був у межах від 155 до 164 мг/кг ґрунту. За

роки досліджень у варіанті виробничого контролю зі щорічним внесенням $N_{120}P_{90}K_{90}$ відбулось підвищення вмісту фосфору в шарі ґрунту 0-60 см на 11 мг/кг, за рахунок накопичення даного елемента у верхньому шарі ґрунту (0-20 см). У варіанті з розрахунковою нормою внесення добрив вміст рухомих сполук фосфору в шарі ґрунту 0-60 см в середньому за роки досліджень становив 155 мг/кг.

За результатами наших досліджень (табл. 3.3), вміст обмінного калію в ґрунті дослідної ділянки в шарі 0-60 см знаходився нижче оптимального рівня (230 - 280 мг/кг) [160]. У контрольному варіанті, де добрива в ґрунт не вносили впродовж років

Таблиця 3.3

Вміст калію (K_2O) залежно від різних систем удобрення саду, мг/кг

Ґрунтове удобрення	Шар ґрунту, см	Рік дослідження			Середнє за три роки
		2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	0 - 20	224	219	219	221
	20 - 40	210	203	197	203
	40 - 60	181	175	170	176
	0 - 60	205	199	195	200
$N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль)	0 - 20	243	246	250	246
	20 - 40	221	221	222	221
	40 - 60	192	192	193	192
	0 - 60	219	220	222	220
НРК розрахунковий	0 - 20	248	246	251	248
	20 - 40	225	221	226	224
	40 - 60	198	198	201	199
	0 - 60	224	222	226	224
$НІР_{05}$	0 - 20	11	9	12	
	20 - 40	$F_{\phi} < F_{05}$	11	12	
	40 - 60	10	11	11	
	0 - 60	10	9	9	

досліджень відбулось незначне зниження вмісту обмінного калію. У варіантах, зі щорічним внесенням калію в нормі 90 кг/га д.р. та з розрахунковим внесенням в нормі 58 – 116 кг/га д.р. спостерігалось незначне підвищення вмісту K_2O в кореневмісному

шарі, але цього було недостатньо для отримання оптимальних показників.

3.3. Реакція ґрунтового середовища і сума вбирних основ

Рівень рН ґрунтового розчину значно впливає на мінеральне живлення насаджень яблуні. Кислотність ґрунту є важливим показником у визначенні змін фізико – хімічних властивостей при застосуванні добрив чи інших факторів [161]. Найсприятливішими для росту та розвитку насаджень яблуні є реакція ґрунтового розчину рН 5,5 – 6,5 [162].

У дослідженнях проведених в Уманському НУС встановлено, що внесення мінеральних добрив впродовж 75-річного та 85 річного періоду мали негативний вплив на фізико-хімічні властивості ґрунту [69, 137].

За результатами наших досліджень, обмінна кислотність ґрунтового розчину перебувала в оптимальних межах (рис. 3.2.). У 2021 році кислотність ґрунту в шарі 0 – 60 см у варіанті без добрив знаходилась на рівні 6,04. У варіанті з внесенням в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ даний показник становив 6,01, а при внесення розрахункової норми добрив рН ґрунтового розчину був на рівні 6,08.

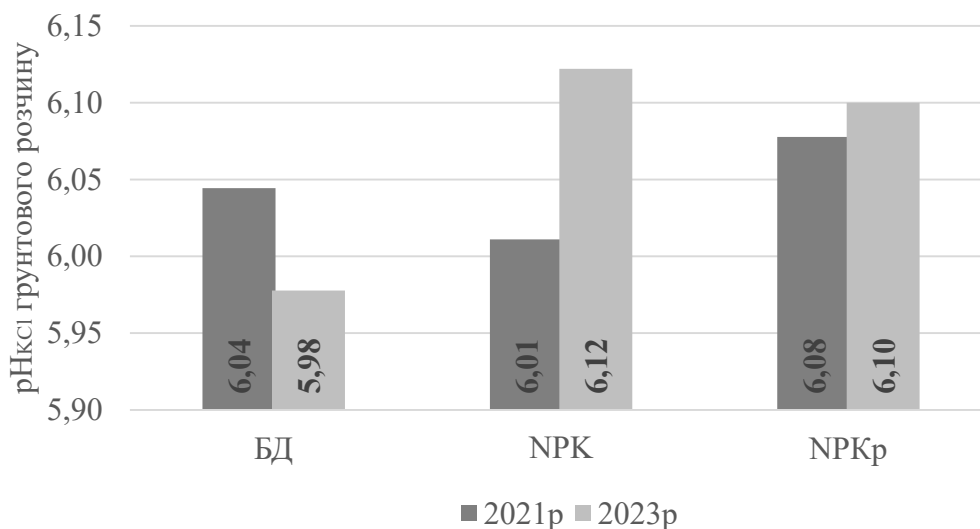


Рис. 3.2. Зміна рН_{KCl} ґрунтового розчину в шарі ґрунту 0-60 см у насажденні яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від удобрення, (2021, 2023 рр.): БД – без добрив, НПК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НПК_р – НПК_{розрахунковий}

У 2023 році після трьох років проведення досліджень були зміни в кислотності ґрунту, так у варіанті де добрива не застосовували рівень рН знизився на 0,06 одиниць і становив 5,98. У варіанті виробничого контролю було незначне підвищення кислотності ґрунтового розчину на 0,11, а при внесення розрахункової норми добрив відбулось підвищення лише на 0,02 одиниці.

Сума вбирних основ є однією з найбільш стійких характеристик ґрунту. За даними наших досліджень даний показник різнився залежно від варіанту удобрення. При внесенні в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ спостерігалась тенденція до зниження основ на 1,9 мг-екв./100г у шарі ґрунту 0 – 60см відносно контрольного варіанту без внесення добрив. У варіанті із внесення розрахункової норми добрив даний показник становив 27,1 мг-екв./100г, що на 1,3 мг-екв./100г менше ніж у контролі. Аналогічну тенденцію відзначали й інші автори [137,163].

Таблиця 3.4

Основні фізико-хімічні показники ґрунту залежно від системи удобрення

Варіант удобрення	Шар ґрунту, см	рН _{КСІ}	сума вбирних основ, мг-екв/100г
Без добрив (контроль)	0 -20	5,9	28,2
	20 - 40	6,0	27,9
	40 - 60	6,1	29,1
	0-60	6,0	28,4
$N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль)	0 - 20	6,1	25,4
	20 - 40	6,0	27,0
	40 - 60	6,2	27,2
	0-60	6,1	26,5
НРК розрахунковий	0 - 20	6,2	26,4
	20 - 40	6,0	27,2
	40 -60	6,0	27,7
	0-60	6,1	27,1
НІР ₀₅	0 - 20	0,1	0,6
	20 - 40	0,1	0,6
	40 -60	0,2	0,5
	0-60	0,1	0,6

Отже, з даних про фізико – хімічні показники ґрунту можна зробити висновок що постійне використання мінеральних добрив призводить до зменшення вмісту вбирних основ у ґрунті та призводить до підвищення рівня рН.

3.4. Біологічна активність ґрунтового середовища

Оскільки плодові насадження зазвичай ростуть на одному місці тривалий період, вони стають особливо схильними до шкідників, хвороб і бур'янів. Це призводить до частого використання різних агрохімічних засобів для боротьби з цими проблемами. Однак ці засоби можуть мати як позитивний, так і негативний вплив на ґрунтове середовище. Для компенсації цього важливо збільшувати біологічну активність ґрунту шляхом застосування відповідних агротехнічних заходів, зокрема належної системи удобрень [13].

Біологічна активність ґрунту досягає свого піку там, де коренева система рослин максимально розвинена. Під час дихання коренів та мікроорганізмів, які знаходяться у кореневмісному шарі ґрунту, виробляється вуглекислий газ. Цей газ вивітрюється в атмосферу, збагачуючи її приґрунтовий шар і сприяючи покращенню доступу повітря до рослин.

Результати наших досліджень (табл. 3.5, додаток Б) вказують на зміну викидів вуглекислого газу з ґрунту впродовж вегетаційного періоду. Літом виділення CO_2 зазнає зростання і досягає свого піку, а на осінь спостерігається послаблення цього процесу. Подібна тенденція підтверджується іншими авторами [137].

В середньому за період досліджень найбільше вуглекислого газу з ґрунту виділялось у варіанті виробничого контролю, де щорічно вносили $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ (табл. 3.6), зокрема у 2021, 2022 і 2023 рр. його виділилось більше на 15,8, 15,8 і 13,1 мг/м^2 за годину порівняно з контролем. Що стосується варіанту з розрахунковою нормою добрив, відмічено також достовірну різницю з абсолютним контролем, а з виробничим контролем різниця була неістотною в межах похибки.

Слід відмітити, що впродовж вегетаційного періоду інтенсивність дихання ґрунту змінювалася так, у липні місяці виділення CO₂ було найбільше тоді як у травні найменше. Це підтверджується дослідженнями інших авторів [164].

Таблиця 3.5

Виділення вуглекислого газу з чорнозему опідзоленого ґрунту залежно від систем удобрення саду, мг/м²

Система удобрення	Строк визначення (місяць)	2021р.	2022р.	2023р.	Середнє за три роки
Без добрив (контроль)	травень	154,4	147,9	168,3	156,9
	липень	239,9	235,8	243,9	239,9
	вересень	189,5	168,4	177,5	178,5
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	травень	172,3	155,8	176,8	168,3
	липень	245,0	255,5	263,7	254,7
	вересень	213,8	188,2	188,7	196,9
НРКрозрахунковий	травень	168,9	158,2	180,2	169,1
	липень	249,2	258,1	260,3	255,9
	вересень	214,6	172,2	185,8	190,9
NIP ₀₅	<i>травень</i>	9,0	15,7	19,5	
	<i>липень</i>	14,1	21,7	18,3	
	<i>вересень</i>	21,3	19,0	15,4	

Висновки до розділу 3

1. Оптимізоване удобрення зумовлює підвищення вмісту рухомих форм азоту, фосфору та калію в ґрунті. Вміст мінерального азоту (за нітрифікаційною здатністю) в удобрюваному ґрунті був вищий порівняно з контрольним варіантом (без добрив)

на 1 мг/кг ґрунту за внесення розрахункової норми добрив та на 1,5 мг/кг ґрунту у варіанті виробничого контролю ($N_{120}P_{90}K_{90}$).

2. Вміст рухомих форм фосфору у ґрунті знаходився в оптимальних межах на всіх ділянках (153 – 164 мг/кг), при цьому щорічне внесення фосфору з нормою 90 кг/га д.р. у варіанті виробничого контролю сприяло підвищенню вмісту даного елемента у шарі 0 – 60 см на 11 мг/кг порівняно з контролем (без добрив), за оптимізованого живлення вміст фосфору залишався майже на одному рівні з контролем, незважаючи на вищу продуктивність насадження.

3. У контрольному варіанті, де добрива в ґрунт не вносили впродовж років досліджень відбулось незначне зниження вмісту обмінного калію. У варіантах, зі щорічним внесенням калію в нормі 90 кг/га д.р. та з розрахунковим внесенням добрив в нормі 58 – 116 кг/га д.р. спостерігалось незначне підвищення вмісту K_2O в кореневмісному шарі, але цього було недостатньо для отримання оптимальних показників.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДО РОЗДІЛУ III

1. Трушев І.М. Ґрунтові умови та урожайність насаджень яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2024. № 2. С. 67 – 71. DOI: 10.32782/2310-0478-2024-2

РОЗДІЛ 4. РІСТ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

Ріст і розвиток плодових рослин – це складний процес, який включає в себе різноманітні фактори. Генетичні особливості рослин визначають їх потенціал для росту і розвитку, в той час як фізіологічні фактори, такі як умови навколишнього середовища, доступність поживних речовин, вода і світло, впливають на реалізацію цього потенціалу. Продуктивність плодових дерев в значній мірі залежить від швидкості їх вегетативного росту, так як це впливає на формування пагонів, листя, квітів і плодів [65, 163].

4.1. Приріст діаметру штамбу

Приріст діаметра штамбу яблуні є важливим фізіологічним показником, який показує співвідношення ростових і генеративних процесів у дерев та впливає на забезпечення надземної частини дерев водою та поживними речовинами.

Як свідчать результати наших досліджень, у 2021 році найбільший приріст діаметру штамбу був у варіанті із розрахунковим внесенням NPK в ґрунт й підживленням навесні та восени азот + бор й внесенням Вуксал Біо Амінопланту (15,8 мм), що на 18 % переважало виробничий та на 50 % абсолютний контроль (табл. 4.1). У 2022 і 2023 роках зберігалась тенденція щодо збільшення досліджуваного показника у варіанті NPK розрахунковий з позакореневим підживленням навесні та восени з додатковим внесенням біостимулятора – антистресанта – 16,3 і 16,0 мм відповідно, найменший приріст спостерігався у варіанті з абсолютним контролем.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що приріст діаметру штамбу в 2021 - 2023 роках істотно різнився та переважав за позакореневого підживлення навесні та восени азотом і бором в поєднанні з внесенням Вуксал Біо Амінопланту на фоні ґрунтового внесення розрахункової норми NPK (рис. 4.1.1 – 4.1.3).

Таблиця 4.1

Приріст діаметру штамбу дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від
грунтового удобрення та позакореневого підживлення, мм

Грунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	10,5	10,9	10,7	10,7
		Вуксал Біо Аміноплант	11,5	12,0	11,8	11,7
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	11,6	12,9	12,2	12,3
		Вуксал Біо Аміноплант	12,5	13,0	12,8	12,8
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	11,5	12,0	11,8	11,8
		Вуксал Біо Аміноплант	12,4	13,4	12,8	12,9
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	12,8	13,2	12,9	13,0	
	Вуксал Біо Аміноплант	12,9	13,4	13,2	13,1	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	13,0	13,9	13,3	13,4
		Вуксал Біо Аміноплант	13,7	14,8	14,2	14,3
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	13,6	13,5	13,5	13,5
		Вуксал Біо Аміноплант	14,4	15,5	14,9	15,0
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	13,5	14,1	13,9	13,8
		Вуксал Біо Аміноплант	13,9	16,0	14,9	15,0
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	14,1	15,4	14,8	14,7	
	Вуксал Біо Аміноплант	15,3	15,6	15,4	15,5	
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	13,4	14,7	14,0	14,1
		Вуксал Біо Аміноплант	13,9	15,2	14,5	14,6
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	13,8	15,2	14,4	14,5
		Вуксал Біо Аміноплант	15,0	15,8	15,3	15,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	14,3	13,6	14,1	14,0
		Вуксал Біо Аміноплант	15,1	14,9	14,9	15,0
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	14,7	14,4	14,7	14,6	
	Вуксал Біо Аміноплант	15,8	16,3	16,0	16,0	
НІР ₀₅			2,2	2,0	1,8	2,0

За даними наших досліджень встановлено значний вплив досліджуваних факторів на приріст діаметру штамбу (додаток В). У 2021 році найбільший вплив на досліджуваний показник мав фактор «грунтове удобрення» – 40 % та «позакоренево

підживлення» - 11 %, тоді як «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинуло на 6 %.

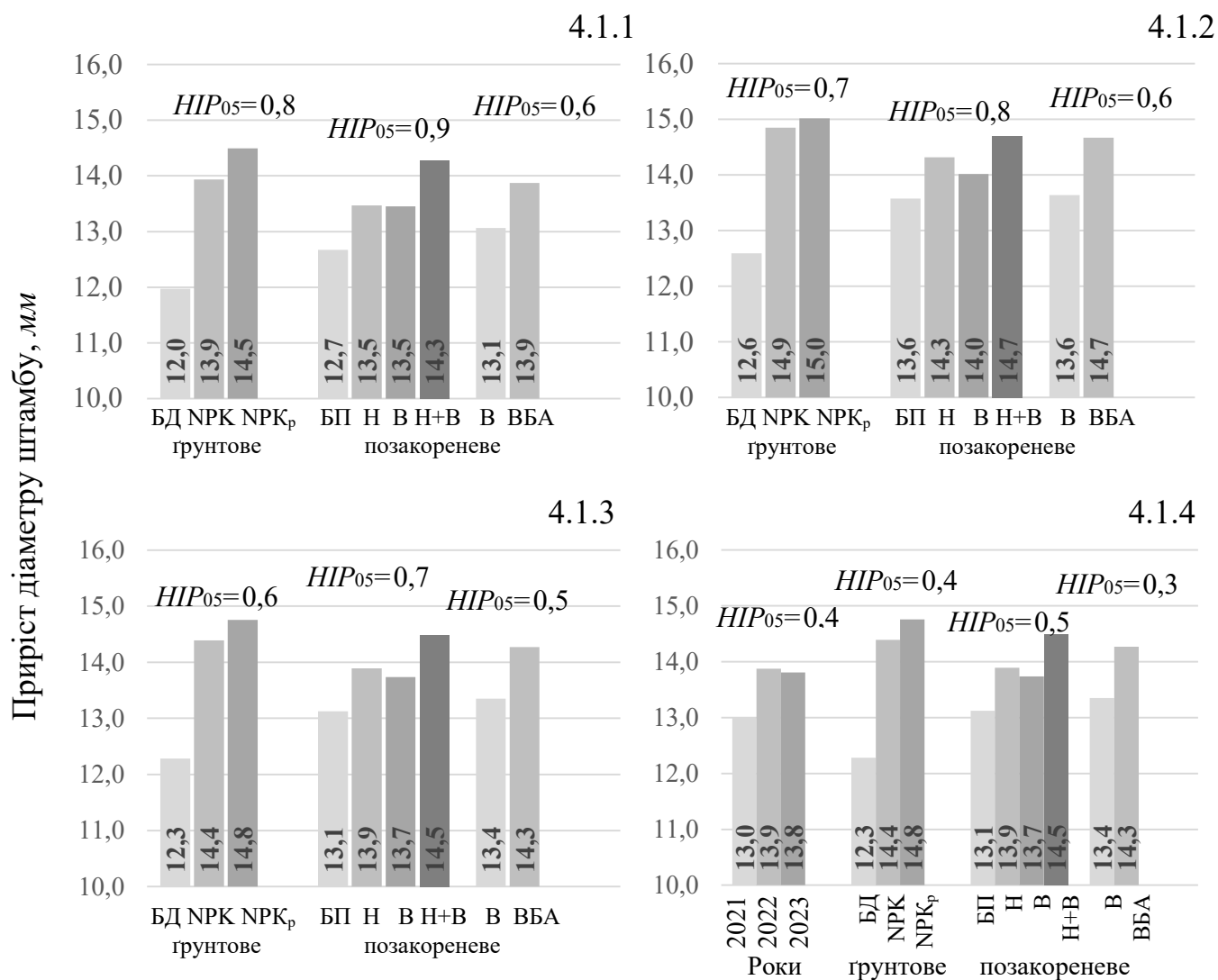


Рис.4.1.1 - 4.1.4 Приріст діаметру штамбу дерев яблуни залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – N₁₂₀P₉₀K₉₀, НРК_p – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.1.1 – 2021 р., 4.1.2 – 2022 р., 4.1.3 – 2023 р., 4.1.4 – 2021 – 2023 рр.

У 2022 році найбільше на зміну досліджуваного показника вплинув фактор «ґрунтове удобрення» на 42 %, а «позакоренево підживлення» та «внесення

біостимулятора – антистресанта» на 6 та 9 % відповідно. У 2023 році на приріст діаметру штамба найбільший вплив мав фактор «грунтове удобрення» на 47 %, фактори «позакореневе підживлення» та «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинули на 9 та 8 % відповідно.

Виявлено сильну кореляційну залежність приросту обхвату штамба з висотою дерев ($r=0,95$), масою плоду ($r=0,96$) та кількістю листя ($r=0,88$).

4.2. Приріст пагонів і їх сумарна довжина

Одним з основних показників вегетативного росту плодкових дерев є приріст поточного року. Згідно з даними, отриманими в процесі досліджень, кількість однорічних пагонів, суттєво різнилася в залежності від варіантів удобрення.

Найбільшу кількість пагонів у 2021 році отримано у варіанті $N_{120}P_{90}K_{90}$ в поєднанні з позакореневим підживленням восени азотом та бором + Вуксал Біо Аміноплант (45 шт/дер), що на 29 % переважало даний показник за абсолютного контролю (табл. 4.2). У 2022 році перевага за кількістю пагонів була у варіанті підживлення навесні азотом та бором в поєднанні із застосуванням біостимулятора-антистресанта на фоні ґрунтового внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ (55 шт/дер), що істотно перевищувало абсолютний контроль.

Найвищий показник кількості пагонів у 2023 році отримано у варіанті із внесенням розрахункової норми NPK та підживленням навесні та восени азотом і бором у поєднанні із застосуванням Вуксал Біо Аміноплант (45шт/дер), тоді як у варіанті з абсолютним контролем отримано лише 36 пагонів.

Всередньому за роки досліджень кількість пагонів дерев яблуні сорту Чемпіон Арно істотно різнилась залежно від системи удобрення й коливалась від 34 до 47 шт/дер. та максимального значення даного показника отримано у варіанті $N_{120}P_{90}K_{90}$ та підживленням навесні азотом і бором у поєднанні із застосуванням Вуксал Біо Аміноплант.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що кількість пагонів у 2021 році істотно різнилась та переважала за ґрунтового внесення розрахункової норми NPK в поєднанні з позакореневим підживленням навесні та восени азот + бор, за сумісного внесення Вуксал Біо Амінопланту (рис. 4.2.1). У 2022 році кількість пагонів переважала за позакореневого підживлення навесні (46 шт/дер), що на 24 % перевищило варіант без підживлення, а застосування Вуксал Біо Амінопланту сприяло збільшенню досліджуваного показника на 8 % (рис. 4.2.2).

Таблиця 4.2

Кількість пагонів у дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, шт/дер

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	35	40	36	37
		Вуксал Біо Аміноплант	38	36	37	37
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	39	45	39	41
		Вуксал Біо Аміноплант	40	52	39	44
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	35	38	37	37
		Вуксал Біо Аміноплант	33	41	37	37
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	38	29	35	34
		Вуксал Біо Аміноплант	41	47	41	43
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	34	32	36	34
		Вуксал Біо Аміноплант	29	35	37	34
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	37	42	40	40
		Вуксал Біо Аміноплант	41	55	44	47
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	36	42	39	39
		Вуксал Біо Аміноплант	45	39	41	42
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	34	37	38	36
		Вуксал Біо Аміноплант	40	49	42	44
NPK розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	39	36	36	37
		Вуксал Біо Аміноплант	28	45	37	37
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	37	46	39	41
		Вуксал Біо Аміноплант	40	39	42	40
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	37	41	39	39
		Вуксал Біо Аміноплант	44	40	41	42
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	41	49	42	44
		Вуксал Біо Аміноплант	44	42	45	44
HIP ₀₅			4	4	4	4

У 2023 році істотне збільшення досліджуваного показника було за позакореневого підживлення навесні азотом і бором в поєднанні із застосуванням біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового внесення NPK (рис. 4.2.3).

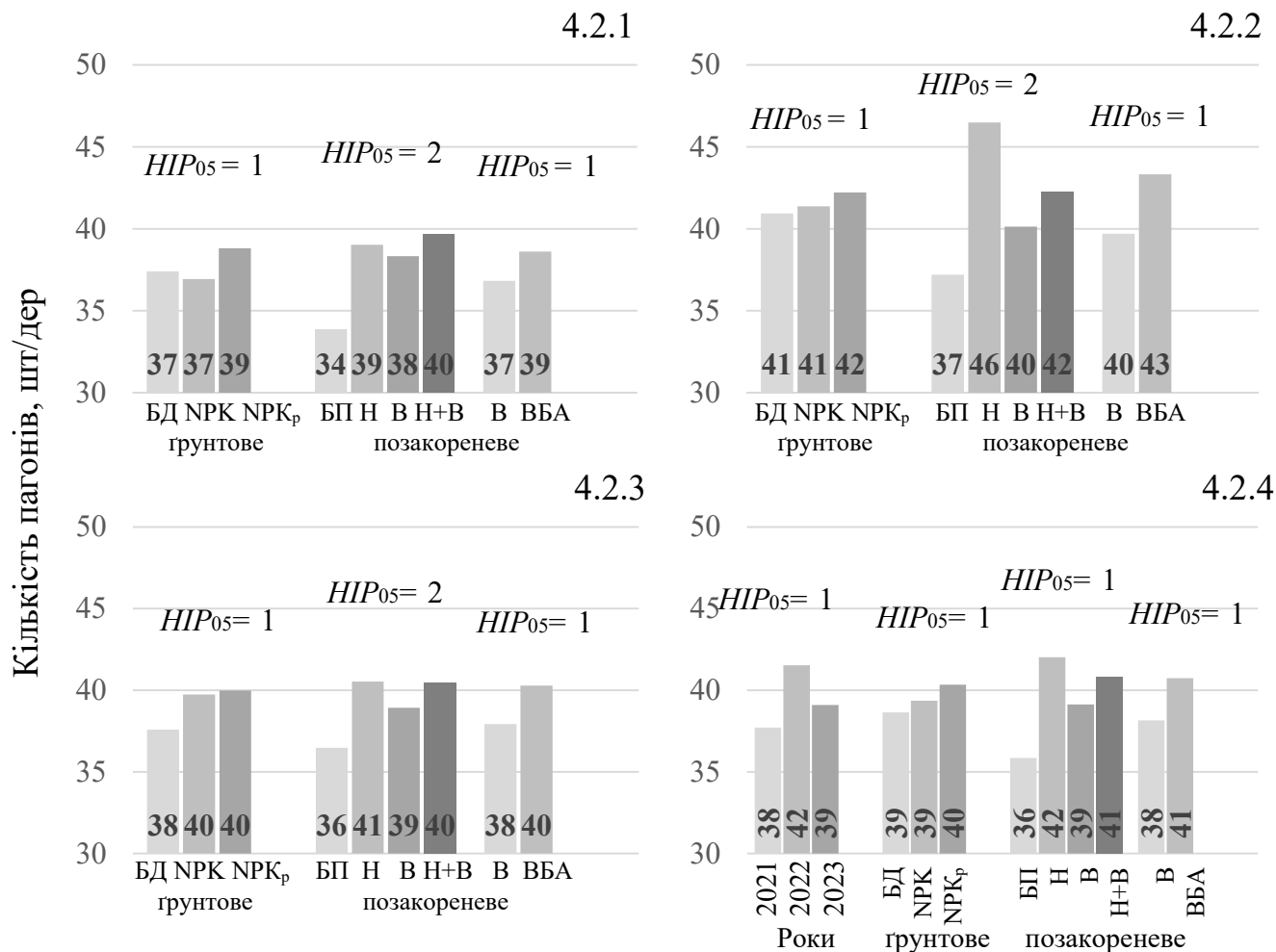


Рис.4.2.1 - 4.2.4 Кількість пагонів дерев яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – N₁₂₀P₉₀K₉₀, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.2.1 – 2021 р., 4.2.2 – 2022 р., 4.2.3 – 2023 р., 4.2.4 – 2021 – 2023 рр.

Всередньому за період проведення досліджень кількість пагонів істотно різнилась та переважала у 2022 році на 11 % значення показника за 2021 рік (рис. 4.2.4). Позакореневе підживлення навесні азотом і бором сприяло збільшенню

кількості пагонів на 17 % порівняно з контрольними ділянками. Застосування біостимулятора - антистресанта призвело до збільшення значення показника на 8 % порівняно з обробкою дерев водою.

За період проведення досліджень у 2021 році найбільший вплив на кількість пагонів мав фактор «позакореневе підживлення», тоді як вплив фактора «грунтове удобрення» лише 3 % (додаток В.1). У 2022 році спостерігалась подібна тенденція щодо впливу зазначених факторів. Так вплив «позакореневе підживлення» був на рівні 28 %, «внесення біостимулятора – антистресанта» - 8 %, а вплив фактора «грунтове удобрення» - 0,7 %. В наступному 2023 році вплив зазначених факторів дещо змінився, так вплив фактора «позакореневе підживлення» - 25 %, а «грунтове удобрення» та «внесення біостимулятора – антистресанта» - на рівні 11 та 13 % відповідно.

Виявлено сильну кореляційну залежність досліджуваного показника з загальним приростом пагонів ($r=0,91$), середню - з кількістю листя ($r=0,66$) та освоєнням площі живлення ($r=0,55$).

Довжина пагонів плодкових дерев вказує на різні аспекти, такі як вік рослин, взаємозв'язок між силою росту підщепи та сорту, а також рівень удобрення насаджень. У садівництві цей параметр може служити індикатором потреби у збільшенні або, навпаки, зменшенні норм добрив. Вважається, що для отримання високих урожаїв яблуні, формування плодоносних утворень та розвитку генеративних бруньок оптимальна довжина пагонів становить 25–40 см [163]. Проведені дослідження підтвердили, що застосування добрив сприяє збільшенню довжини пагонів, що позитивно впливає на формування плодкових утворень та подальший врожай насаджень.

Середня довжина пагонів значно коливалася в залежності від застосування різних систем удобрення (табл 4.3). Так у 2021 році найбільшу довжину пагона (32,9 см) отримано у варіанті з ґрунтовим внесенням розрахункової норми NPK та підживленням навесні азотом та бором в поєднанні із застосуванням біостимулятора

– антистресанта, тоді як даний показник за абсолютного контролю становив – 23,7 см. У 2022 і 2023 роках даний показник переважав у варіанті із позакореневим підживленням навесні та восени азотом та бором та внесенням Вуксал Біо Аміноплант на фоні ґрунтового удобрення розрахунковою нормою добрив – 35,3 і 32,6 см відповідно, що на 24 і 18 % перевищувало виробничий та на 27 і 24 % абсолютний контроль.

Таблиця 4.3

Середня довжина пагона дерев яблуни сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, см

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік досліджень			Середнє за три роки	
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023		
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	23,7	27,9	26,2	25,9	
		Вуксал Біо Аміноплант	25,2	28,8	26,6	26,9	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	27,5	29,5	27,1	28,0	
		Вуксал Біо Аміноплант	29,4	27,8	27,8	28,3	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	27,3	28,4	26,9	27,5	
		Вуксал Біо Аміноплант	28,5	29,5	28,4	28,8	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	25,2	29,4	28,0	27,5	
		Вуксал Біо Аміноплант	28,3	30,2	28,6	29,0	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	25,9	28,5	27,7	27,4
			Вуксал Біо Аміноплант	30,5	30,1	28,0	29,5
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	28,4	28,4	29,1	28,6	
		Вуксал Біо Аміноплант	29,6	30,4	29,3	29,8	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	25,9	27,4	27,8	27,0	
		Вуксал Біо Аміноплант	30,1	30,8	29,8	30,2	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	29,6	32,1	30,4	30,7	
		Вуксал Біо Аміноплант	30,5	34,1	31,6	32,1	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	29,2	28,4	29,1	28,9
			Вуксал Біо Аміноплант	28,5	32,2	29,8	30,2
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	30,5	27,9	29,7	29,4	
		Вуксал Біо Аміноплант	32,9	29,8	30,8	31,2	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	30,6	32,4	30,7	31,2	
		Вуксал Біо Аміноплант	30,9	34,8	31,6	32,4	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	28,1	29,2	32,1	29,8	
		Вуксал Біо Аміноплант	31,2	35,3	32,6	33,0	
	NIP ₀₅			2,0	1,5	2,7	2,1

В середньому за три роки досліджень середня довжина пагонів на ділянках всіх досліджуваних варіантів удобрення перевищувала контрольні на 12 % за ґрунтового удобрення, 9 % – позакореневого підживлення та 27 % за внесення біостимулятора на фоні удобрення позакоренево азотом і бором навесні та восени за оптимізованого ґрунтового живлення.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що у 2021 році довжина пагонів переважала у варіанті із внесенням розрахункової норми NPK на 12 % порівняно з варіантом де добрива не вносили (рис. 4.3.1). Значення досліджуваного показника за підживлення навесні азотом та бором на 9 % переважало варіант без підживлень, а за внесення біостимулятора – антистресанта довжина пагонів збільшилась на 7 %.

У 2022 році довжина пагонів істотно різнилась та переважала за ґрунтового внесення розрахункової норми NPK та позакореневим підживленням навесні та восени азотом та бором, за сумісного внесення біостимулятора – антистресанта (рис. 4.3.2). У 2023 році спостерігалась подібна тенденція щодо збільшення довжини пагонів (рис. 4.3.3). Так за оптимізованого удобрення відбулось збільшення досліджуваного показника на 12% порівняно з контролем. Позакоренево підживлення навесні та восени сприяло збільшенню середньої довжини пагонів на 10 % порівняно з контрольним варіантом. В середньому за роки досліджень довжина пагона істотно різнилась та переважала у менш врожайний 2022 рік (рис. 4.3.4). При внесенні розрахункової норми NPK довжина пагона на 11 % переважала відповідне значення у варіанті де добрива в ґрунт не вносили. Виявлено чітку тенденцію щодо збільшення значень досліджуваного показника за позакореневого підживлення навесні та восени азотом та бором в поєднанні із внесенням біостимулятора - антистресанта

За період проведення досліджень у 2021 році найбільше на показник довжини пагону впливав фактор «ґрунтового удобрення» на 32 %, «позакоренево підживлення» на 15 %, а фактор «внесення біостимулятора – антистресанта» на 17 % (додаток В.2). У 2022 році на зміну досліджуваного показника найбільше вплинув фактор

«позакореневе підживлення» на 22 %, «внесення біостимулятора – антистресанта» на 19 %, а «грунтове удобрення» на 17 %. У 2023 році відбулось підвищення впливу «грунтове удобрення» до 38 %, а вплив фактору «внесення біостимулятора – антистресанта» знизився до 4 %.

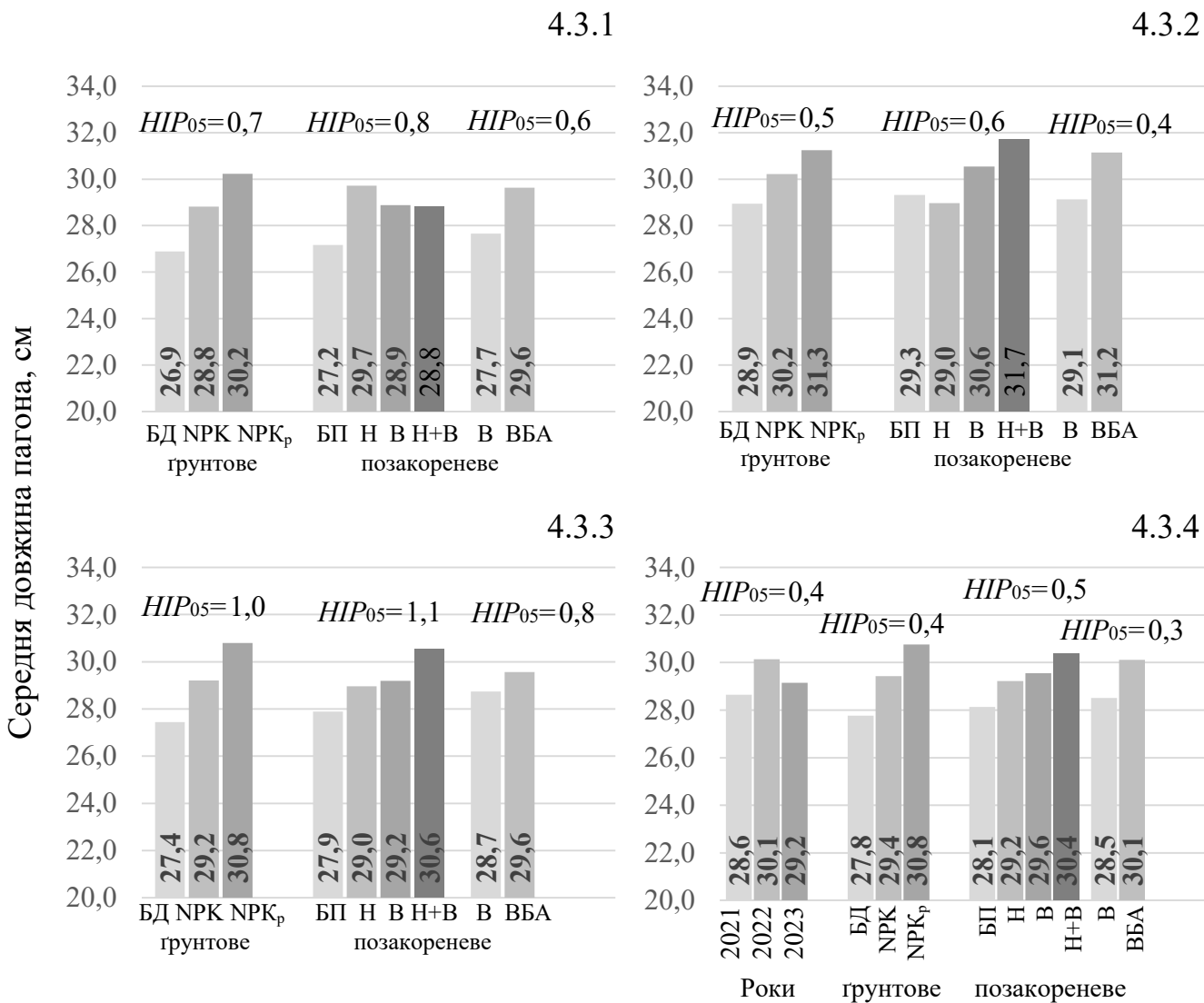


Рис.4.3.1 - 4.3.4 Довжина пагонів дерев яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.3.1 – 2021 р., 4.3.2 – 2022 р., 4.3.3 – 2023 р., 4.3.4 – 2021 – 2023 рр.

Виявлено сильну кореляційну залежність середньої довжини пагону з урожайністю ($r=0,85$), загальною площею листкової поверхні ($r=0,87$), середньою масою плоду ($r=0,87$), об'ємом крони ($r=0,84$), середню з кількістю пагонів ($r=0,46$).

Сумарна довжина пагонів характеризує інтенсивність росту дерева та залежить від пагоноутворювальної здатності дерев і середньої довжини пагонів (табл. 4.4). За даними наших досліджень, у 2021 році найбільше значення сумарної довжини пагонів отримано за оптимізованого ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення навесні та восени азот + бор за сумісного внесення біостимулятора – антистресанта – 13,7 м/дер., що на 5,4 м/дер перевищило даний показник за абсолютного контролю.

У 2022 році максимальне значення сумарної довжини пагонів отримано у варіанті з підживленням навесні та внесенням Вуксал Біо Амінопланту на фоні ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 16,7 м/дер., що істотно переважало всі досліджувані варіанти. Найбільше значення сумарної довжини пагонів у 2023 році отримано за оптимізованого удобрення та позакореневого підживлення навесні та восени азотом та бором – 13,5, а із застосуванням біостимулятора – антистресанту на даному фоні – 14,6 м/дер. В середньому за роки досліджень сумарний приріст пагонів переважав за позакореневого підживлення навесні та восени із сумісним внесенням біостимулятора на оптимізованому фоні удобрення – 14,4 м/дер, та на фоні $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 14,1 м/дер., що істотно більше ніж аналогічний показник у контрольному варіанті.

За даними дисперсійного аналізу, у 2021 році сумарна довжина пагонів переважала за оптимізованого ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення навесні азотом та бором у поєднанні з внесенням Вуксал Біо Аміноплант (рис 4.4.1). У 2022 році спостерігалась подібна тенденція щодо зміни сумарної довжини пагонів (рис 4.4.2). Так значення досліджуваного показника за оптимізованого удобрення переважало на 11 % порівняно з контролем. А позакореневе підживлення навесні сприяло збільшенню значення сумарної довжини пагонів на 23 % порівняно з варіантом без підживлення. Застосування біостимулятора – антистресанта сприяло підвищенню значення досліджуваного показника на 16 %.

Таблиця 4.4

Сумарна довжина пагонів дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від
удобрення та позакореневого підживлення, м/дер.

Ґрунтове удобрення	Позакоренеve		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	8,3	11,0	9,4	9,6
		Вуксал Біо Аміноплант	9,6	10,4	9,8	9,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	10,7	13,3	10,5	11,5
		Вуксал Біо Аміноплант	11,8	14,5	10,9	12,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	9,5	10,8	9,9	10,1
		Вуксал Біо Аміноплант	9,4	12,1	10,5	10,7
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	9,6	8,5	10,0	9,4
		Вуксал Біо Аміноплант	11,6	14,2	11,6	12,5
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	8,8	9,0	9,9	9,2
		Вуксал Біо Аміноплант	8,8	10,5	10,5	9,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	10,5	12,0	11,6	11,4
		Вуксал Біо Аміноплант	12,1	16,7	13,0	13,9
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	9,3	11,5	10,8	10,5
		Вуксал Біо Аміноплант	13,5	12,0	12,3	12,6
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,0	11,9	11,5	11,1
		Вуксал Біо Аміноплант	12,2	16,8	13,3	14,1
NPK розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	11,4	10,2	10,5	10,7
		Вуксал Біо Аміноплант	8,0	14,5	11,0	11,2
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	11,3	12,8	11,7	11,9
		Вуксал Біо Аміноплант	13,2	11,6	12,8	12,5
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	11,3	13,3	11,8	12,1
		Вуксал Біо Аміноплант	13,6	13,8	13,0	13,5
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	11,5	14,3	13,5	13,1
		Вуксал Біо Аміноплант	13,7	14,9	14,6	14,4
NIP ₀₅			1,0	0,9	1,7	1,2

У 2023 році сумарна довжина пагонів переважала за позакореневого підживлення навесні та восени в поєднанні із застосуванням біостимулятора – антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення (рис 4.4.3). В середньому за роки проведення досліджень сумарна довжина пагонів переважала у 2022 році (12,5 м/дер), що пов'язано з меншим навантаженням врожаєм (рис 4.4.4). Значення досліджуваного показника за внесення розрахункової норми NPK на 16 % перевищувало відповідне значення за відсутності удобрення. Позакоренеve

підживлення навесні та восени сприяло збільшенню значення сумарної довжини пагонів на 23 % порівняно з контролем, а застосування біостимулятора – антистресанта на 13 % збільшило значення досліджуваного показника порівняно з обробкою дерев водою.

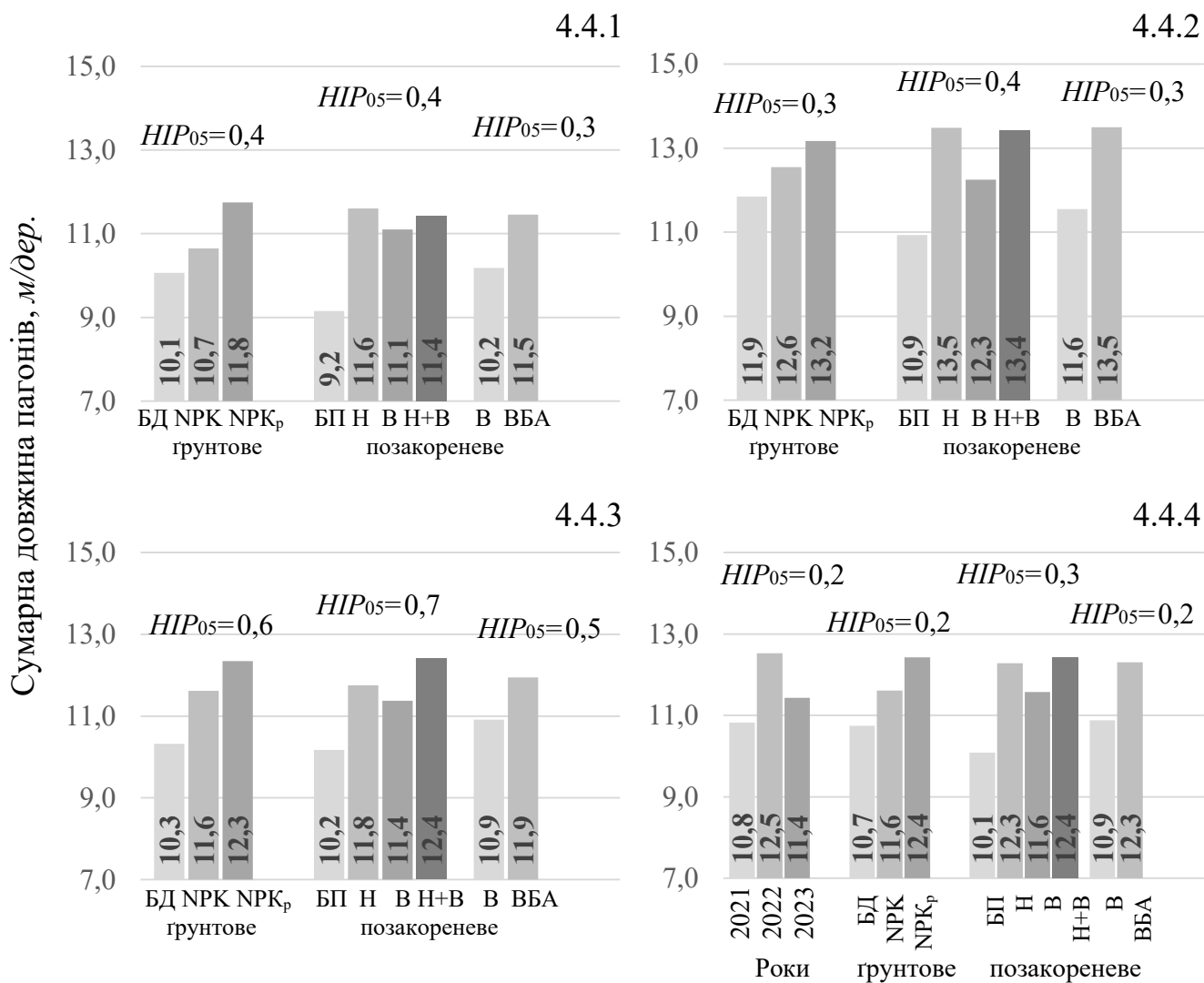


Рис.4.4.1 - 4.4.4 Сумарна довжина пагонів дерев яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.4.1 – 2021 р., 4.4.2 – 2022 р., 4.4.3 – 2023 р., 4.4.4 – 2021 – 2023 рр.

За період проведення досліджень у 2021 році (додаток В.3) на зміну сумарної довжини пагонів найбільше вплинув фактор «позакореневе підживлення» на 32 %, «ґрунтове удобрення» на 16 %, а «внесення біостимулятора антистресанта» на 12 %. Найбільший вплив на досліджуваний показник у 2022 році мали фактори «позакореневе підживлення» - 23 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» - 20 %. Фактор «ґрунтове удобрення» вплинув лише на 6 %. У 2023 році на досліджуваний показник мали вплив всі фактори : «ґрунтове удобрення» на 28 %, «позакореневе підживлення» на 27 % та «внесення біостимулятора антистресанта» на 11 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність сумарної довжини пагонів з кількістю пагонів ($r=0,91$), кількістю листя ($r=0,86$), об'ємом крони ($r=0,75$).

4.3. Облистяність дерев яблуні

4.3.1 Кількість листя

За результатами наших досліджень, кількість листя в середньому за 2021 – 2023 рр. істотно коливалась в залежності від системи удобрення (табл. 4.5). Так, максимальне значення досліджуваного показника отримано за позакореневого обприскування дерев азотом та бором в поєднанні з Вуксал Біо Аміноплантом на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення, що на 14 % перевищувало виробничий та на 25 % абсолютний контроль. Упродовж усіх років досліджень в цьому варіанті було встановлено істотне підвищення кількості листя порівняно з контрольним варіантом.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що кількість листків на дереві в 2021 році переважала за позакореневого підживлення навесні та восени азотом та бором у поєднанні з внесенням Вуксал Біо Аміноплант на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення (рис. 4.5.1). У 2022 році кількість листків переважала за позакореневого підживлення навесні та восени (1583 шт/дер), що на 11 % перевищило варіант без підживлення, а внесення розрахункової норми добрив сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 8 % (рис. 4.5.2).

Таблиця 4.5

Кількість листя у дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового
удобрення та позакореневого підживлення, шт/дер

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	1230	1360	1338	1309
		Вуксал Біо Аміноплант	1310	1385	1428	1374
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1295	1445	1380	1373
		Вуксал Біо Аміноплант	1335	1515	1458	1436
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1328	1424	1392	1381
		Вуксал Біо Аміноплант	1362	1440	1452	1418
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	1358	1486	1475	1440
		Вуксал Біо Аміноплант	1443	1540	1528	1504
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	1288	1385	1412	1362
		Вуксал Біо Аміноплант	1348	1435	1443	1409
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1375	1542	1522	1480
		Вуксал Біо Аміноплант	1434	1625	1595	1551
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1364	1532	1555	1484
		Вуксал Біо Аміноплант	1435	1590	1582	1536
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	1468	1565	1573	1535
		Вуксал Біо Аміноплант	1495	1644	1673	1604
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	1312	1464	1514	1430
		Вуксал Біо Аміноплант	1336	1522	1556	1471
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1373	1527	1536	1479
		Вуксал Біо Аміноплант	1432	1585	1603	1540
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1441	1538	1542	1507
		Вуксал Біо Аміноплант	1448	1622	1586	1552
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	1474	1589	1612	1558
		Вуксал Біо Аміноплант	1521	1672	1696	1630
HIP ₀₅			138	127	127	127

Кількість листків на дереві у 2023 році у варіанті без добрив на 9 % поступалося значенню досліджуваного показника за оптимізованого удобрення. Позакоренеve підживлення навесні та восени азотом та бором зумовлювало збільшення облистяності дерев на 10 % порівняно з ділянками де підживлення не проводили. Застосування біостимулятора – антистресанта на 4 % сприяло збільшенню кількості листків на дереві порівняно з обробкою водою (рис. 4.5.3).

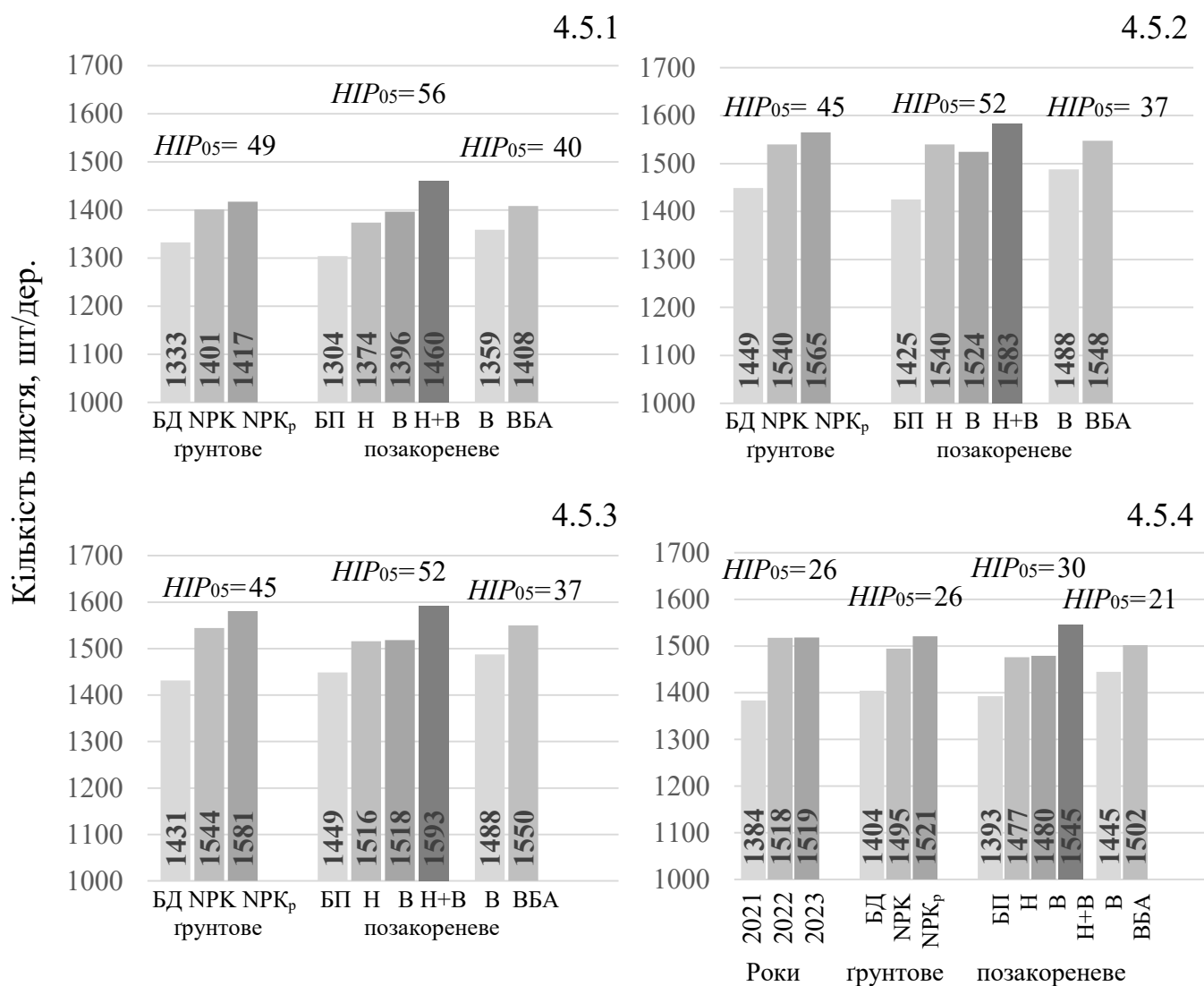


Рис.4.5.1 - 4.5.4 Кількість листя у дерев яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – N₁₂₀P₉₀K₉₀, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.5.1 – 2021 р., 4.5.2 – 2022 р., 4.5.3 – 2023 р., 4.5.4 – 2021 – 2023 рр.

В середньому за роки досліджень кількість листків істотно різнилась та переважала у 2023 році – 1519 шт./дер. (рис. 4.5.4). Кількість листя за оптимізованого удобрення на 8 % переважала значення досліджуваного показника за відсутності удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню

кількості листя на 11 % порівняно з контролем, а внесення Вуксал Біо Амінопланту лише на 4 % сприяло збільшенню досліджуваного показника порівняно з обробкою дерев водою.

За період проведення досліджень у 2021 році на зміну кількості листя вплив фактору «позакореневе підживлення» сягав 31 %, фактор «грунтове удобрення» - 13 %, а «внесення біостимулятора антистресанта» лише 6 % (додаток В.4). У 2022 році на облистяність дерев вплинули фактори: «позакореневе підживлення» на 30 %, «грунтове удобрення» на 22 %, а «внесення біостимулятора – антистресанта» на 8 %. У 2023 році спостерігалась зміна впливу досліджуваних факторів на кількість листя, так «грунтове удобрення» вплинуло на 33 %, «позакореневе підживлення» на 22 % та «внесення біостимулятора антистресанта» на 8 %.

Показник кількості листя сильно корелював з загальною площею листкової поверхні на гектарі ($r=0,97$), освоєнням площі живлення ($r=0,93$), об'ємом крони ($r=0,91$), масою плоду ($r=0,87$), середньо з кількістю пагонів ($r=0,66$).

4.3.2. Площа листкової пластинки

За результатами проведених досліджень, встановлено істотний вплив досліджуваних варіантів удобрення на площу листкової пластинки (табл. 4.6). Найменшу площу листкової пластинки у 2021 році отримано у варіанті абсолютного контролю, де не вносили добрив ($24,1 \text{ см}^2$), що на 17 % поступалось найбільшому значенню досліджуваного показника отриманого у варіанті з позакореневим підживленням навесні та восени (азот + бор) в поєднанні з внесенням Вуксал Біо Аміноплант на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення.

У 2022 році площа листкової пластинки у варіанті з внесенням розрахунковою норми NPK та позакореневим підживленням навесні та восени сумісно з використанням біостимулятора – антистресанта на 25 % переважала значення досліджуваного показника за абсолютного контролю. У 2023 році зберігалась подібна тенденція щодо збільшення площі листкової пластинки за оптимізованого удобрення,

позакореневого підживлення навесні та восени азотом та бором в поєднанні з застосуванням біостимулятора – антистресанта.

Таблиця 4.6

Площа листкової пластинки дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, см²

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	24,1	25,9	26,2	25,4
		Вуксал Біо Аміноплант	24,4	26,6	26,8	25,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	24,5	26,9	27,1	26,2
		Вуксал Біо Аміноплант	25,0	27,4	28,0	26,8
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	24,2	26,5	26,4	25,7
		Вуксал Біо Аміноплант	24,7	27,1	27,6	26,5
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	25,1	27,6	28,1	26,9
		Вуксал Біо Аміноплант	25,9	28,5	29,0	27,8
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	25,3	27,0	27,9	26,7
		Вуксал Біо Аміноплант	25,8	27,5	28,2	27,2
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	25,9	27,9	29,0	27,6
		Вуксал Біо Аміноплант	26,3	29,2	29,8	28,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	26,5	27,5	28,1	27,4
		Вуксал Біо Аміноплант	26,6	28,2	28,6	27,8
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	27,3	28,7	30,1	28,7
		Вуксал Біо Аміноплант	27,9	30,1	30,7	29,6
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	26,8	28,4	28,6	27,9
		Вуксал Біо Аміноплант	27,0	28,9	29,5	28,5
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	27,4	29,8	30,4	29,2
		Вуксал Біо Аміноплант	28,2	31,0	31,3	30,2
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	26,3	28,9	30,2	28,4
		Вуксал Біо Аміноплант	26,5	29,1	30,3	28,6
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	28,2	31,7	32,4	30,8
		Вуксал Біо Аміноплант	28,9	32,5	33,2	31,6
НІР ₀₅			4,0	5,6	4,9	4,8

Упродовж періоду проведення досліджень площа листкової пластинки коливалась в межах від 25,4 до 31,6 см² набуваючи максимального значення при підживленні дерев позакоренево азотом та бором на фоні внесення розрахункової норми добрив.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що площа листкової пластинки в 2021 році переважала за удобрення розрахунковою нормою NPK та позакореневим підживленням навесні та восени в поєднанні з внесенням біостимулятора – антистресанта (рис. 4.6.1).

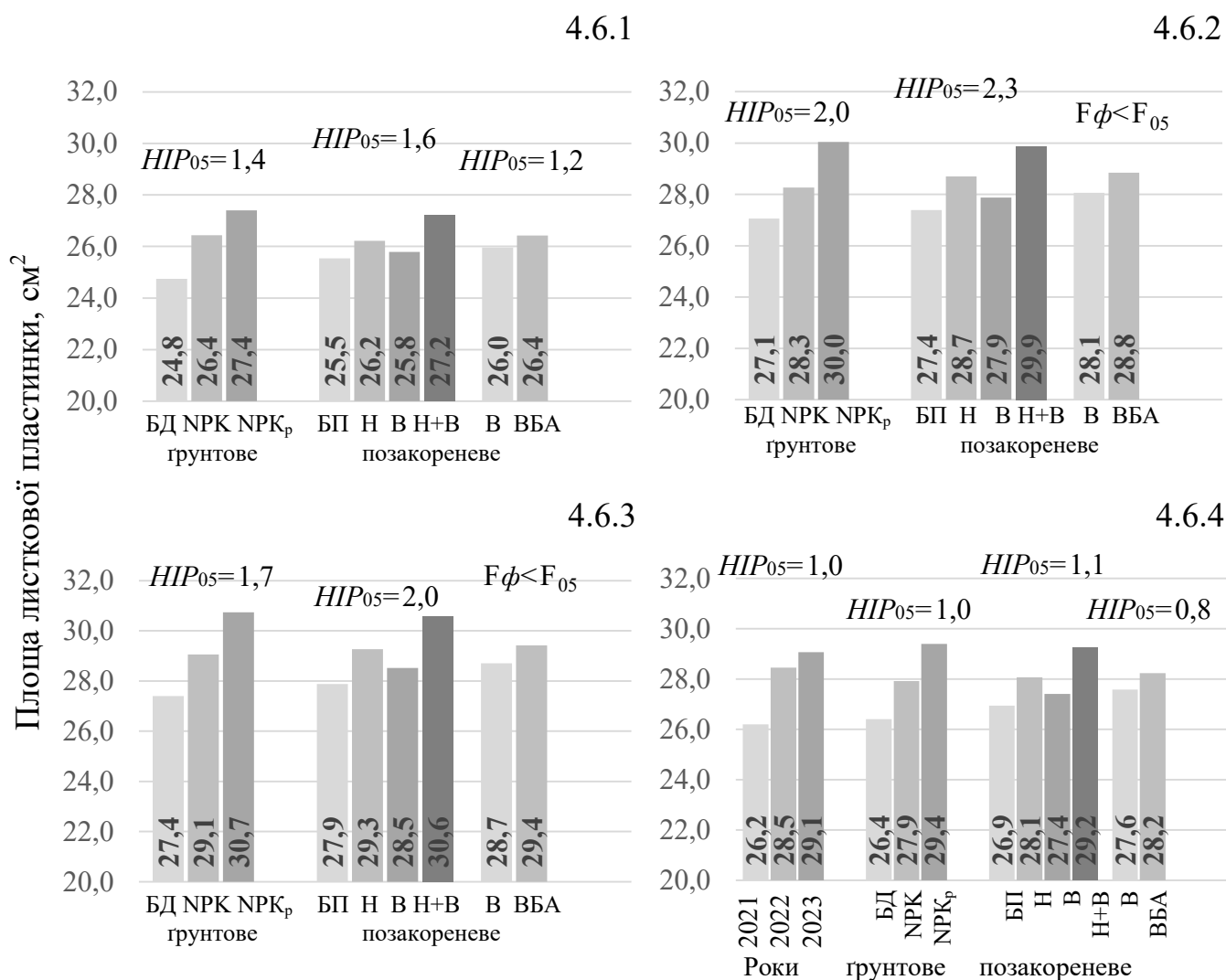


Рис.4.6.1 - 4.6.4 Площа листкової пластинки залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – N₁₂₀P₉₀K₉₀, NPK_р – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.6.1 – 2021 р., 4.6.2 – 2022 р., 4.6.3 – 2023 р., 4.6.4 – 2021 – 2023 рр.

В 2022 році площа листкової пластинки переважала за оптимізованого ґрунтового удобрення (рис 4.6.2). Позакореневе підживлення навесні та восени азотом та бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 9 % порівняно з контролем. При застосуванні біостимулятора – антистресанта істотного впливу на значення досліджуваного показника не виявлено. У 2023 році (рис 4.6.3) площа листкової пластинки за відсутності ґрунтового удобрення поступалась значенню досліджуваного показника за оптимізованого удобрення. Відмічена тенденція щодо збільшення значень досліджуваного показника при позакореновому підживленні навесні та восени. В середньому за період проведення досліджень (рис. 4.6.4) площа листкової пластинки істотно різнилась та набула максимального значення у 2022 та 2023 роках (28,5 та 29,1 см² відповідно). Внесення розрахункової норми добрив сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з контролем.

За період проведення досліджень у 2021 році найбільший вплив на площу листкової пластинки спричинено фактором «ґрунтове удобрення» на 21 % та «позакореневе підживлення» на 7 % (додаток В.5). На зміну досліджуваного показника у 2022 році вплинули «ґрунтове удобрення» на 15 % та «позакореневе підживлення» на 9 %. У 2023 році найбільше на досліджуваний показник вплинув фактор «ґрунтове удобрення» на 20 % та «позакореневе підживлення» на 11 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність площі листкової пластинки з об'ємом крони ($r=0,93$), урожайністю ($r=0,91$), середньою масою плоду ($r=0,92$), товарною якістю врожаю ($r=0,92$) та середню з кількістю пагонів ($r=0,53$).

4.3.3. Площа листкової поверхні

У значній мірі площа листкової поверхні залежить від рівня удобрення насаджень [137, 163], що підтверджується і нашими дослідженнями (табл. 4.7).

У 2021 році площа листкової поверхні за позакоренового підживлення навесні та восени в поєднанні з внесенням Вуксал Біо Амінопланту на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення та на фоні N₁₂₀P₉₀K₉₀ (7,3 та 7,0 тис. м²/га відповідно)

переважала значення контрольного варіанту. У 2022 році спостерігалось неістотне збільшення досліджуваного показника залежно від варіанту ґрунтового удобрення, а позакореневе підживлення навесні та восени за сумісного внесення біостимулятора – антистресанта сприяло істотному збільшенню площі асиміляційної поверхні порівняно з рештою досліджуваних варіантів.

Таблиця 4.7

Загальна листкова поверхня дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, тис. м²/га

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	5,0	5,9	5,9	5,6
		Вуксал Біо Аміноплант	5,3	6,1	6,4	5,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	5,3	6,5	6,2	6,0
		Вуксал Біо Аміноплант	5,6	6,9	6,8	6,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	5,4	6,3	6,1	5,9
		Вуксал Біо Аміноплант	5,6	6,4	6,8	6,3
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	5,7	6,8	6,9	6,5	
	Вуксал Біо Аміноплант	6,2	7,3	7,4	7,0	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	5,4	6,2	6,6	6,1
		Вуксал Біо Аміноплант	5,8	6,6	6,8	6,4
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	6,1	7,1	7,4	6,9
		Вуксал Біо Аміноплант	6,3	7,9	7,9	7,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	6,0	7,0	7,3	6,8
		Вуксал Біо Аміноплант	6,4	7,5	7,5	7,1
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	6,7	7,5	7,9	7,4	
	Вуксал Біо Аміноплант	7,0	8,2	8,6	7,9	
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	5,8	7,0	7,1	6,6
		Вуксал Біо Аміноплант	6,0	7,3	7,6	7,0
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	6,2	7,5	7,8	7,2
		Вуксал Біо Аміноплант	6,7	8,2	8,3	7,7
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	6,3	7,4	7,9	7,2
		Вуксал Біо Аміноплант	6,4	7,9	8,0	7,4
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	6,9	8,4	8,7	8,0	
	Вуксал Біо Аміноплант	7,3	9,1	9,4	8,6	
НІР ₀₅			1,2	1,3	1,1	1,2

У 2023 році спостерігалась подібна тенденція щодо зміни значень досліджуваного показника залежно від системи удобрення. Найбільшу площу

листяної поверхні було отримано у варіанті з ґрунтовим удобренням розрахунковою нормою NPK в поєднанні з позакореневим підживленням навесні та восени (азот + бор) та застосуванням Вуксал Біо Амінопланту – 9,4 тис. м²/га, що на 60 % перевищило значення досліджуваного показника у контрольному варіанті.

Всередньому за роки досліджень максимального значення загальної площі листяної поверхні з розрахунку на один гектар отримано за позакореневого підживлення навесні та восени на фоні оптимізованого удобрення. Відмічено тенденцію щодо збільшення значень досліджуваного показника за рахунок внесення Вуксал Біо Амінопланту.

За даними багатофакторного дисперсійного аналізу, встановлено, що площа асиміляційної поверхні в 2021 році (рис 4.7.1) переважала за внесення розрахункової норми NPK, позакореневого підживлення навесні та восени азотом та бором та сумісного внесення біостимулятора – антистресанта. В 2022 році значення досліджуваного показника за оптимізованого ґрунтового живлення на 20 % перевищувало значення даного показника на ділянках де добрива не вносили (рис. 4.7.2). Позакореневе підживлення восени призвело до зниження площі листяної поверхні на 10 % порівняно з виконанням підживлення навесні та восени.

У 2023 році внесення в ґрунт N₁₂₀P₉₀K₉₀ призвело до зниження площі асиміляційної поверхні на 8 % порівняно з внесенням розрахункової норми добрив згідно агрохімічного аналізу (рис. 4.7.3). Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло підвищенню значення досліджуваного показника на 12 % порівняно з підживленням восени та на 22 % порівняно з контролем, де підживлень не проводили. Застосування біостимулятора – антистресанта сприяло істотному збільшенню площі листяної поверхні на 7 % порівняно з обробкою дерев водою.

В середньому за роки досліджень загальна площа листяної поверхні істотно різнилась та переважала у 2023 році (7,4 тис. м²/га). Застосування оптимізованого удобрення сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 21 % порівняно з ділянками де добрива не вносили. Проведення позакореневого

підживлення восени призвело до зниження площі листкової поверхні на 11 % порівняно з проведенням даного агрозаходу навесні та восени (рис.4.7.4).

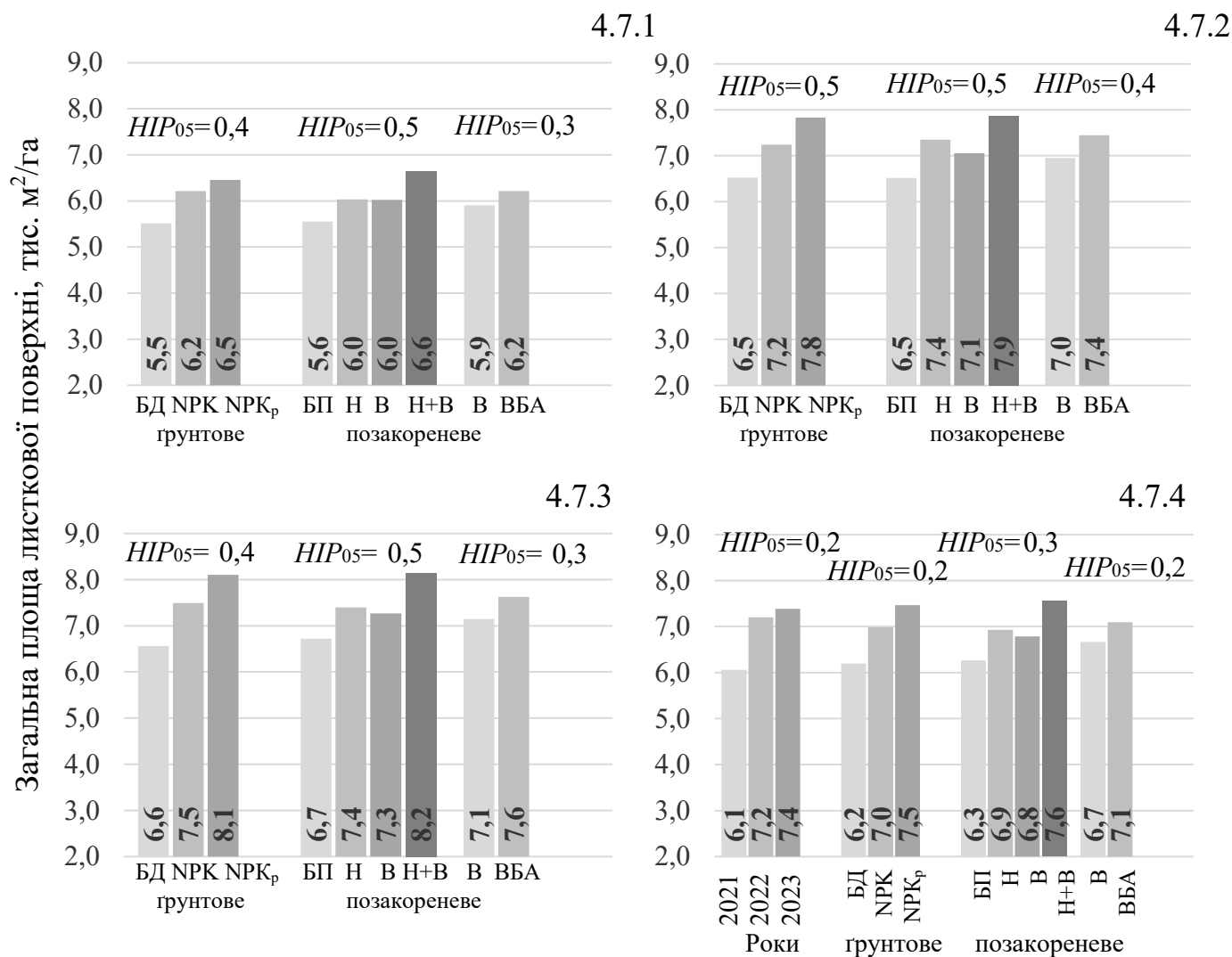


Рис.4.7.1 - 4.7.4 Загальна площа листкової поверхні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – N₁₂₀P₉₀K₉₀, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.7.1 – 2021 р., 4.7.2 – 2022 р., 4.7.3 – 2023 р., 4.7.4 – 2021 – 2023 рр.

За період проведення досліджень у 2021 році на досліджуваній показник найбільший вплив мав фактор «ґрунтового удобрення» на 24 % та «позакореневого підживлення» на 22 %, а «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинуло лише

на 4 % (додаток В.6). У 2022 році на зміну площі листкової поверхні найбільше вплинули «ґрунтове удобрення» на 27 % та «позакореневе підживлення» на 23 %. Зміну значення досліджуваного показника у 2023 році спричинено фактором «ґрунтове удобрення» на 38 % та фактором «позакореневе підживлення» на 25 %.

Сильну кореляційну залежність загальної площі листкової поверхні виявлено з кількістю листя ($r=0,97$), об'ємом крони ($r=0,95$), урожайністю ($r=0,92$), освоєнням деревами площі живлення ($r=0,92$), середньою масою плоду ($r=0,91$) та середню з кількістю пагонів ($r=0,61$).

4.4. Параметри крони дерев залежно від удобрення

Висока продуктивність насаджень залежить від оптимального співвідношення процесів росту та плодоношення, що безпосередньо пов'язано з розмірами крони [163]. Проведені дослідження показали, що застосування ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення значно вплинуло на показник діаметру крони (табл. 4.8). У 2021 році діаметр крони переважав за позакореневого підживлення навесні та восени сумісно з внесенням біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ (1,73 м), що на 12 % більше ніж у варіанті абсолютного контролю. У 2022 році спостерігалось збільшення діаметру крони у всіх варіантах удобрення порівняно з попереднім роком, та найбільшого значення досліджуваного показника отримано за оптимізованого удобрення та позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) в поєднанні з внесенням Вуксал Біо Аміноплант – 1,82 м, що на 8 % перевищувало значення показника за виробничого контролю та на 15 % за абсолютного контролю, де добрива не вносили. Найбільше значення діаметру крони у 2023 році отримано за внесення в ґрунт розрахункової норми NPK та позакореневого підживлення навесні та восени в поєднанні з внесенням біостимулятора – антистресанта.

Всередньому за роки досліджень найбільше значення діаметру крони отримано за позакореневого підживлення дерев навесні та восени азотом та бором в поєднанні з внесенням Вуксал Біо Аміноплант на фоні оптимізованого ґрунтового живлення та

внесенні $N_{120}P_{90}K_{90}$ (1,74 та 1,72 м), що значно переважало значення досліджуваного показника у решти варіантів удобрення.

Таблиця 4.8

Діаметр крони дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, м

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	1,55	1,58	1,48	1,54
		Вуксал Біо Аміноплант	1,60	1,61	1,52	1,58
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1,56	1,63	1,54	1,58
		Вуксал Біо Аміноплант	1,54	1,65	1,57	1,59
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,55	1,60	1,52	1,56
		Вуксал Біо Аміноплант	1,62	1,65	1,54	1,60
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,60	1,66	1,58	1,62
		Вуксал Біо Аміноплант	1,61	1,70	1,59	1,63
$N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	1,64	1,65	1,57	1,62
		Вуксал Біо Аміноплант	1,66	1,65	1,57	1,63
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1,68	1,71	1,60	1,66
		Вуксал Біо Аміноплант	1,71	1,73	1,63	1,69
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,64	1,70	1,58	1,64
		Вуксал Біо Аміноплант	1,65	1,71	1,60	1,65
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,65	1,76	1,63	1,68
		Вуксал Біо Аміноплант	1,73	1,76	1,66	1,72
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	1,59	1,68	1,53	1,60
		Вуксал Біо Аміноплант	1,58	1,70	1,55	1,61
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1,60	1,73	1,56	1,63
		Вуксал Біо Аміноплант	1,64	1,74	1,58	1,65
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,62	1,70	1,59	1,64
		Вуксал Біо Аміноплант	1,64	1,73	1,62	1,67
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,66	1,77	1,64	1,69
		Вуксал Біо Аміноплант	1,71	1,82	1,69	1,74
<i>НІР₀₅</i>			0,13	0,12	0,12	0,12

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що діаметр крони у 2021 році (рис 4.8.1) переважав за ґрунтового внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор). В 2022 році значення досліджуваного показника переважало за оптимізованого ґрунтового удобрення, а максимального

значення показника діаметру крони отримано за позакореневого підживлення навесні та восени, що на 6 % переважало значення на ділянках де підживлення не проводили (рис. 4.8.2). Внесення біостимулятора – антистресанта істотного впливу на значення досліджуваного показника не мало.

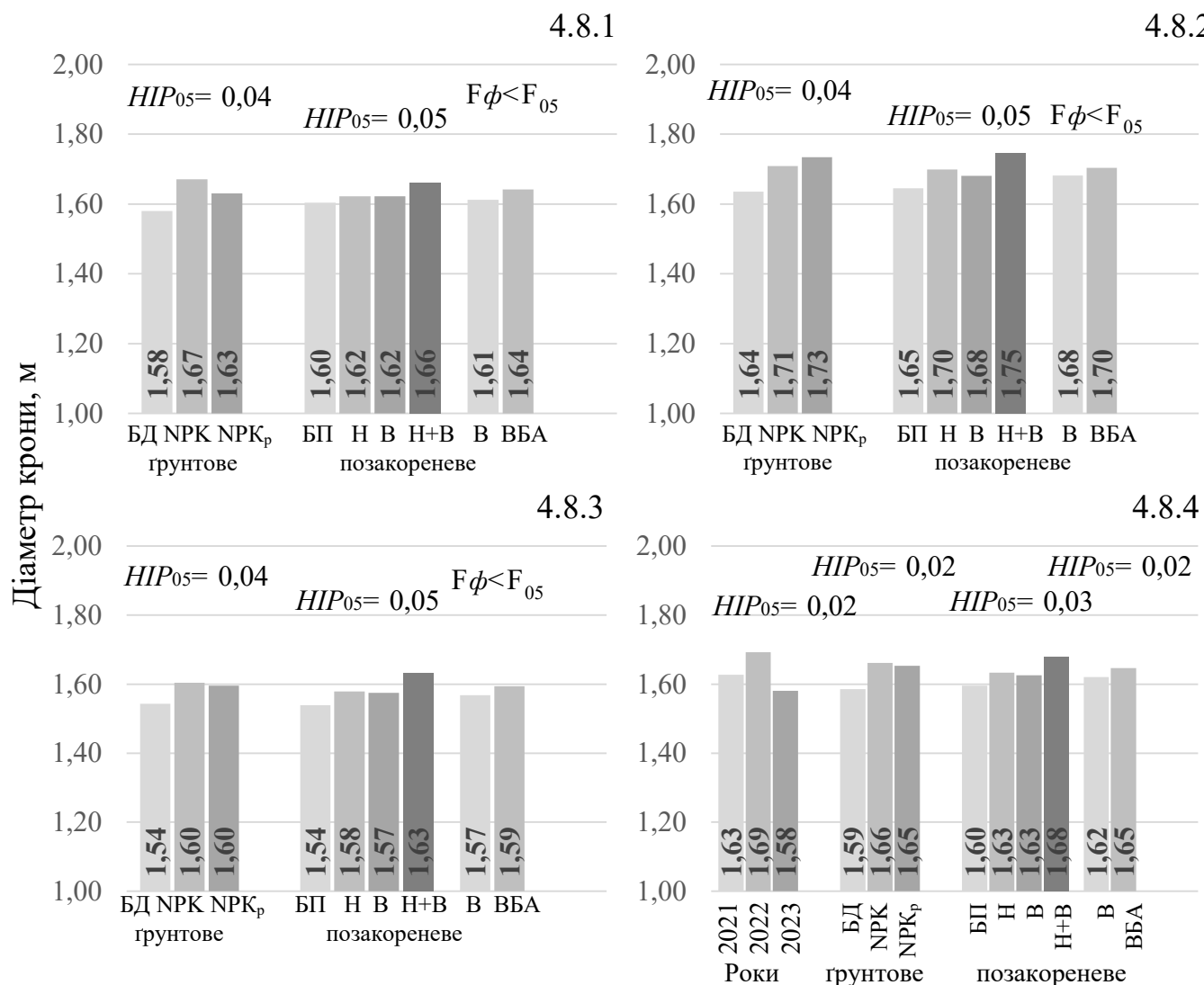


Рис.4.8.1 - 4.8.4 Діаметр крони дерев яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.8.1 – 2021 р., 4.8.2 – 2022 р., 4.8.3 – 2023 р., 4.8.4 – 2021 – 2023 рр.

У 2023 році діаметр крони переважав за внесення в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ та розрахункової норми NPK (рис. 4.8.3). Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню діаметру крони на 4 % порівняно з проведенням підживлення восени та на 6 % з варіантом де підживлень не проводили. В середньому за роки досліджень значення діаметра крони істотно різнилось та переважало у 2022 році (рис. 4.8.4). Діаметр крони за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ переважав інші варіанти удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло істотному збільшенню значення досліджуваного показника порівняно з проведенням підживлення лише навесні чи восени. Також відмічена тенденція щодо збільшення діаметру крони при застосуванні біостимулятора – антистресанта.

За період проведення досліджень у 2021 році найбільший вплив на досліджуваний показник мав фактор «ґрунтове удобрення» - на 21 %, фактор «позакореневе підживлення» вплинув на 6 %, а «внесення біостимулятора – антистресанта» - на 4 % (додаток В.7). У 2022 році на показник діаметра крони найбільше вплинули фактори: «ґрунтове удобрення» на 25 % та «позакореневе підживлення» на 18 %, а фактор «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинув лише на 2 %. У 2023 році відбулись зміни у впливі досліджуваних факторів, так «позакореневе підживлення» вплинуло на 19 %, а фактор «ґрунтове удобрення» на 12 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність діаметра крони з освоєнням площі живлення ($r=0,99$), об'ємом крони ($r=0,97$), кількістю листя ($r=0,93$), кількістю плодів ($r=0,92$), кількістю квіток ($r=0,91$), врожайністю ($r=0,90$).

Одним з важливих показників росту плодкових дерев є об'єм крони. Дані отримані впродовж досліджень 2021 – 2023 років (табл. 4.9) показали, що застосування добрив сприяло збільшенню значення досліджуваного показника порівняно з ділянками де добрива не застосовували.

У 2021 році найбільший об'єм крони отримано за внесення в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$, позакореневим підживленням навесні та восени (азот + бор) та сумісним

застосуванням біостимулятора – антистресанта (4,11 м³). У 2022 та 2023 роках збільшенню об'єму крони сприяло внесення в ґрунт розрахункової норми добрив сумісно з позакореневим підживленням навесні та восени азотом та бором та внесенням Вуксал Біо Аміноплант - 4,62 та 4,02 м³ відповідно.

Таблиця 4.9

Об'єм крони дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового
удобрення та позакореневого підживлення, м³

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	3,38	3,60	3,19	3,39
		Вуксал Біо Аміноплант	3,51	3,72	3,30	3,51
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	3,40	3,79	3,33	3,51
		Вуксал Біо Аміноплант	3,40	3,88	3,40	3,56
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	3,39	3,69	3,28	3,46
		Вуксал Біо Аміноплант	3,60	3,83	3,34	3,59
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	3,55	3,92	3,41	3,63
		Вуксал Біо Аміноплант	3,62	4,05	3,51	3,73
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	3,76	3,91	3,55	3,74
		Вуксал Біо Аміноплант	3,85	3,98	3,54	3,79
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	3,86	4,13	3,65	3,88
		Вуксал Біо Аміноплант	3,99	4,13	3,74	3,95
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	3,78	4,00	3,58	3,79
		Вуксал Біо Аміноплант	3,84	4,06	3,67	3,86
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	3,92	4,31	3,75	4,00
		Вуксал Біо Аміноплант	4,11	4,39	3,86	4,12
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	3,70	4,07	3,53	3,77
		Вуксал Біо Аміноплант	3,72	4,11	3,57	3,80
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	3,74	4,28	3,60	3,87
		Вуксал Біо Аміноплант	3,83	4,32	3,67	3,94
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	3,72	4,11	3,65	3,83
		Вуксал Біо Аміноплант	3,83	4,27	3,76	3,95
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	3,93	4,40	3,85	4,06
		Вуксал Біо Аміноплант	4,09	4,62	4,02	4,24
NIP ₀₅			0,37	0,39	0,36	0,37

В середньому за період проведення досліджень об'єм крони коливався в межах від 3,39 до 4,24 м³ набуваючи максимального значення при позакореновому

підживлення дерев навесні та восени із сумісним внесенням біостимулятора – антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового живлення.

За даними багатофакторного дисперсійного аналізу встановлено, що об'єм крони в 2021 році (рис. 4.9.1) переважав за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$, за значним зниженням досліджуваного показника за відсутності удобрення. Підживлення навесні та восени азотом та бором сприяло збільшенню об'єму крони на 6 % порівняно з контролем (без підживлення). Внесення біостимулятора – антистресанта не мало істотного впливу на зміну значень досліджуваного показника.

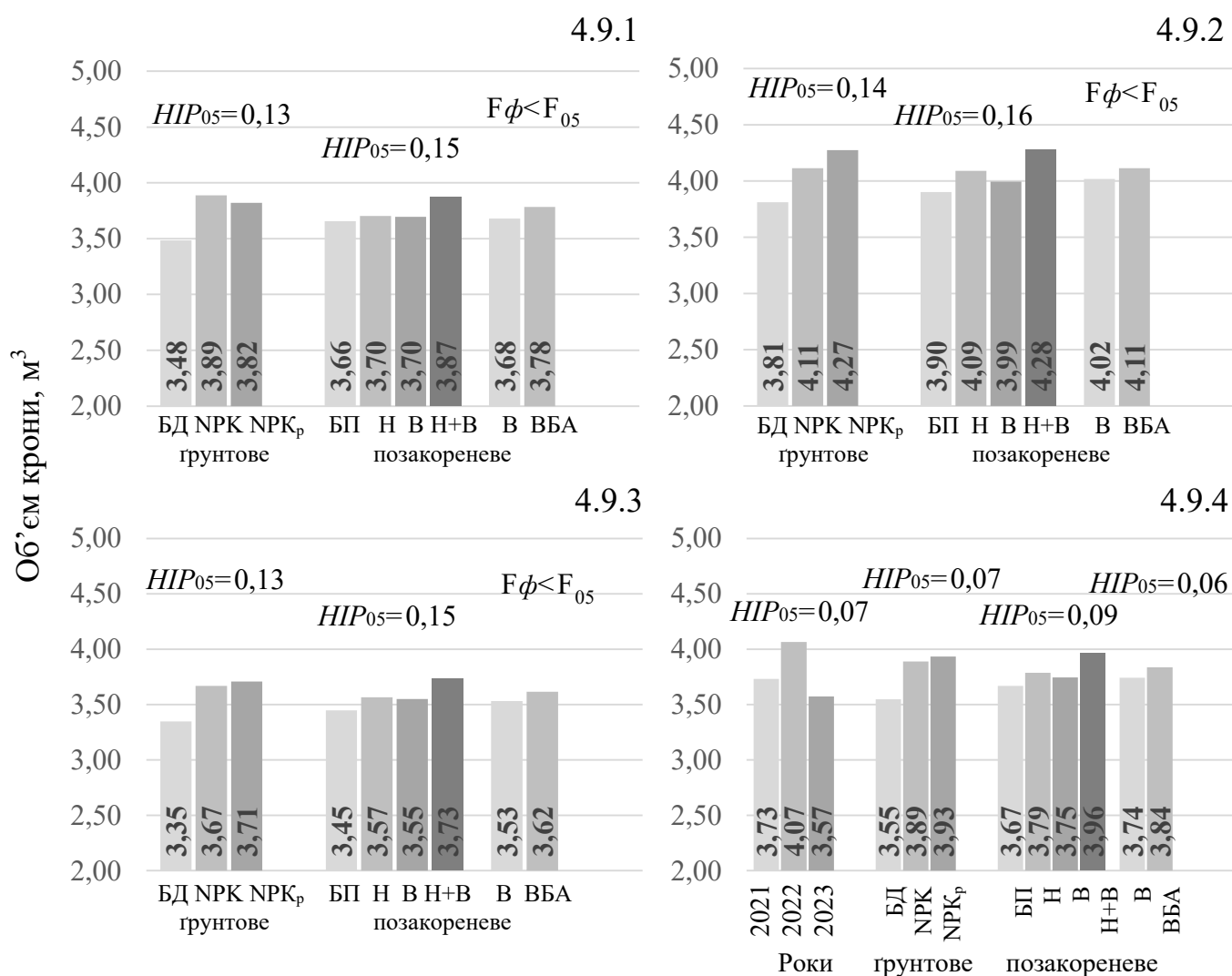


Рис.4.9.1 - 4.9.4. Об'єм крони залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_p – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот

+ бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.9.1 – 2021 р., 4.9.2 – 2022 р., 4.9.3 – 2023 р., 4.9.4 – 2021 – 2023 рр.

У 2022 році об'єм крони переважав за оптимізованому фоні удобрення (рис. 4.9.2). Значення досліджуваного показника при позакореневому підживленні восени на 7 % поступалось підживленню навесні та восени. У 2023 році об'єм крони переважав за внесення розрахункової норми NPK та максимального значення показника отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (рис. 4.9.3).

В середньому за період проведення досліджень об'єм крони істотно різнився та переважав у 2022 році (рис 4.9.4). Об'єм крони на оптимізованому фоні на 11 % переважав відповідне значення на неудобрюваних ділянках. Також відмічена тенденція щодо збільшення значення досліджуваного показника за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) із внесенням біостимулятора – антистресанта.

За період проведення досліджень у 2021 році найбільше на об'єм крони вплинули фактори «грунтове удобрення» на 41 %, «позакореневе підживлення» на 9 %, а фактор «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинув лише на 4 % (додаток В.8). У 2022 році найбільшого впливу на досліджуваний показник спричинено факторами : «грунтове удобрення» на 38 % та «позакореневе підживлення» на 20 %. Зміну досліджуваного показника у 2023 році спричинено факторами : «грунтове удобрення» на 36 % та «позакореневе підживлення» на 15 %. Фактор «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинув на 2 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність об'єму крони виявлено з кількістю плодів на дереві ($r=0,97$), масою плоду ($r=0,97$), освоєнням деревами площі живлення ($r=0,96$), товарною якістю врожаю ($r=0,93$), кількістю листя ($r=0,91$), довжиною пагона ($r=0,84$) та середню - з кількістю пагонів ($r=0,44$).

Один з важливих показників рівня інтенсивності насаджень є площа проєкції крони, на яку виявлено істотний вплив системи удобрення (табл. 4.10). У 2021 році

найбільшого значення показника площі проекції крони отримано при внесенні в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ в поєднанні з позакореневим підживленням навесні та восени (азот + бор) та сумісним внесенням біостимулятора – антистресанта (2,35 м²), що на 20 % переважало значення показника за абсолютного контролю. У 2022 році максимальне значення зафіксовано за позакореневого підживлення навесні та восени азотом та бором та сумісного внесення Вуксал Біо Аміноплант на фоні оптимізованого ґрунтового живлення (2,60 м²), що на третину переважало абсолютний контроль.

Таблиця 4.10

Площа проекції крони дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, м²

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			Середнє за три роки	
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023		
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	1,89	1,96	1,73	1,86	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,00	2,04	1,83	1,96	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1,91	2,10	1,86	1,95	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,87	2,14	1,93	1,98	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,89	2,00	1,81	1,90	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,07	2,13	1,86	2,02	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,01	2,17	1,97	2,05	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,04	2,27	1,99	2,10	
	$N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	2,11	2,14	1,94	2,06
			Вуксал Біо Аміноплант	2,17	2,14	1,94	2,08
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	2,21	2,30	2,02	2,17	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,31	2,35	2,08	2,25	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	2,12	2,27	1,95	2,11	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,13	2,30	2,01	2,15	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	2,14	2,43	2,07	2,21	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,35	2,43	2,16	2,31	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	1,98	2,21	1,84	2,01
			Вуксал Біо Аміноплант	1,96	2,27	1,90	2,04
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	2,01	2,35	1,91	2,09	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,10	2,38	1,96	2,15	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,07	2,27	1,98	2,10	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,12	2,35	2,07	2,18	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,16	2,46	2,10	2,24	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,30	2,60	2,25	2,38	
	<i>HIP</i> ₀₅			0,32	0,33	0,30	0,31

Найбільша площа проекції крони у 2023 році зафіксована за внесення розрахункової норми NPK з позакореневим підживленням навесні та восени та сумісного внесення біостимулятора – антистресанта – 2,25 м², тоді як у варіанті з абсолютним контролем лише 1,73 м². В середньому за роки досліджень площа проекції крони дерев сорту Чемпіон Арно істотно різнилась залежно від системи удобрення й була в межах 1,86 – 2,38 м² та переважала у варіанті N₁₂₀P₉₀K₉₀ і N_{розрахунковий} та підживленням навесні та восени (азот + бор) за сумісного внесення біостимулятора – антистресанта.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що площа проекції крони у 2021 році (рис. 4.10.1) переважала за внесення розрахункової норми NPK та позакореневого підживлення навесні та восени, що на 7 % більше ніж без проведення підживлення. У 2022 році площа проекції за оптимізованого удобрення на 12 % переважала варіант без добрив (рис. 4.10.2). Позакореневе підживлення навесні та восени збільшило значення досліджуваного показника на 8 % порівняно з проведенням восени та на 13 % порівняно з варіантом де підживлення не проводили.

У 2023 році площа проекції крони переважала за ґрунтового удобрення N₁₂₀P₉₀K₉₀ та максимального показника отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (рис 4.10.3). В середньому за роки досліджень площа проекції істотно різнилось та переважала у 2022 році, що на 8 % перевищило отримане у 2021 році значення та на 15 % у 2023 р.(рис. 4.10.4). Значення показника за внесення N₁₂₀P₉₀K₉₀ перевищило контроль (без добрив) на 10 %. Перенесення строку підживлення азотом та бором на осінній сприяло зменшенню площі проекції крони на 6 % порівняно з проведенням навесні та восени. Також відмічена тенденція щодо збільшення значення показника при застосуванні біостимулятора – антистресанта .

За період проведення досліджень у 2021 році (додаток В.9) найбільше на показник площі проекції крони впливав фактор «ґрунтового удобрення» на 21 %, фактор «позакореневе підживлення» вплинув на 7 %, а «внесення біостимулятора – антистресанта» лише на 4 %. У 2022 році на зміну показника найбільший вплив мали

фактори: «грунтове удобрення» - 24 % та «позакореневе підживлення» - 19 %, фактор «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинув на 2 %. У 2023 році найбільше вплинув фактор «позакореневе підживлення» на 19 %, «грунтове удобрення» на 12 %.

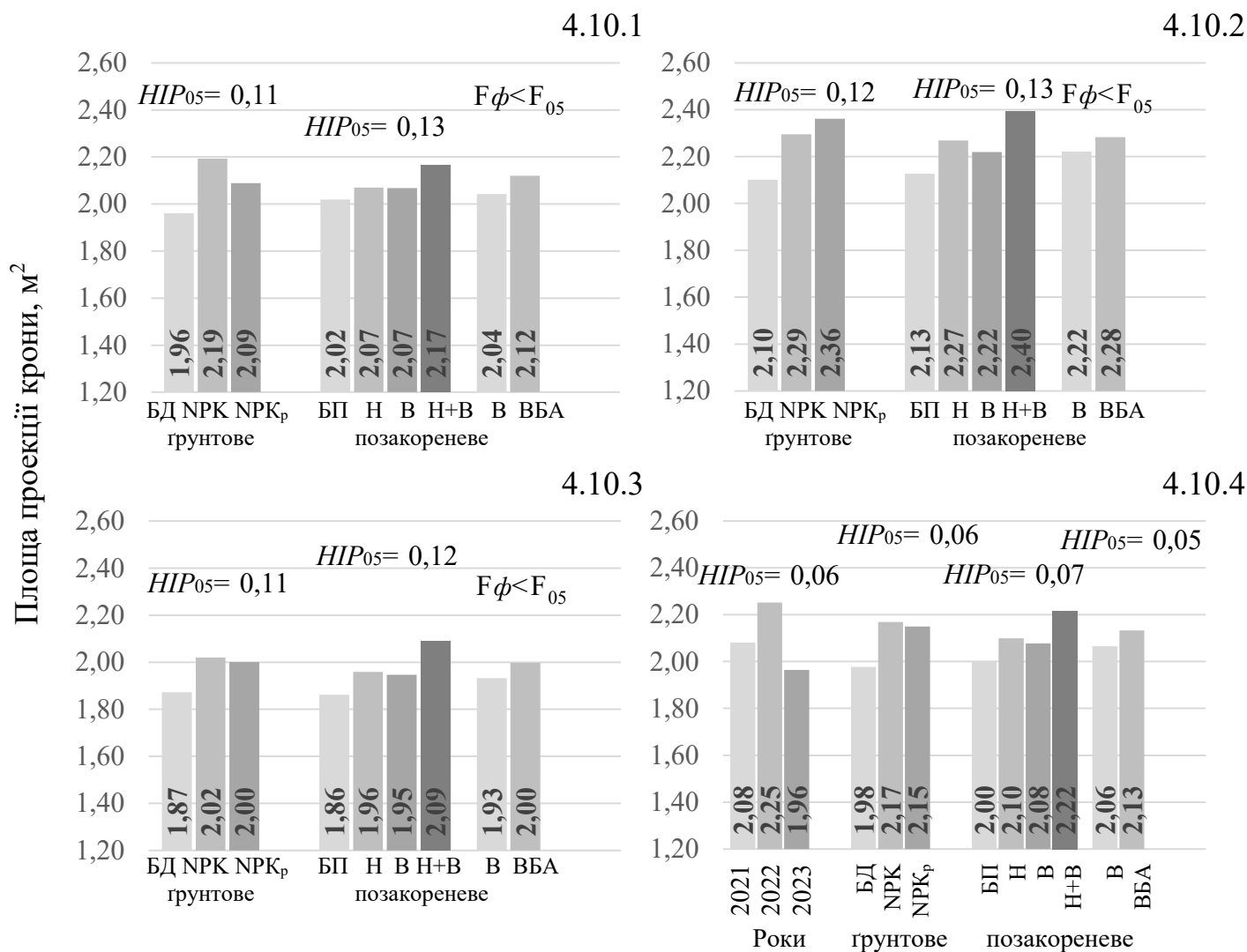


Рис.4.10.1 - 4.10.4. Площа проекції крони залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_p – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.10.1 – 2021 р., 4.10.2 – 2022 р., 4.10.3 – 2023 р., 4.10.4 – 2021 – 2023 рр.

Сильну залежність площі проекції крони виявлено з діаметром крони ($r=0,99$), об'ємом крони ($r=0,96$), кількістю плодів ($r=0,92$), загальною листовою поверхнею ($r=0,92$), кількістю квіток ($r=0,91$), врожайністю ($r=0,89$).

Залежність продуктивності дерев від вегетативного росту визначають показником освоєння повітряного простору. Дослідження [165] показують, що оптимальний рівень освоєння площі живлення дерев у віковий період повного плодоношення складає 70 %.

В результаті проведених досліджень встановлено істотний вплив систем удобрення на освоєння деревами площі живлення у віковий період плодоношення і росту (табл. 4.11). У 2021 році найменшого значення досліджуваного показника отримано за підживлення навесні та внесення Вуксал Біо Аміноплант без ґрунтового удобрення – 31,2 %, що на 19 % поступалось освоєнню деревами площі живлення за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ в поєднанні із позакореневим підживленням навесні та восени азотом та бором та внесенням біостимулятора – антистресанта.

У 2022 році спостерігалось підвищення освоєння деревами площі живлення порівняно з попереднім роком. Найбільше значення досліджуваного показника отримано за внесення розрахункової норми NPK та позакореневого підживлення навесні та восени – 41 %, а застосування біостимулятора – антистресанта на даному фоні сприяло покращенню освоєння площі живлення на 6 %.

У 2023 році спостерігалась подібна тенденція щодо збільшення значення досліджуваного показника за обприскування дерев позакоренево навесні та восени азотом та бором та сумісного застосування Вуксал Біо Аміноплант. В середньому за два роки досліджень застосування систем удобрення сприяло освоєнню деревами площі живлення. За ґрунтового внесення розрахункових норм NPK найкраще освоювали дерева площу живлення на рівні 39,7 %. Проведення позакореневого підживлення навесні та восени також істотно впливали на збільшення значення досліджуваного показника.

Таблиця 4.11

Освоєння площі живлення деревами яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрунтове удобрення	Позакоренеve		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	31,5	32,7	28,8	31,0
		Вуксал Біо Аміноплант	33,3	34,0	30,4	32,6
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	31,8	34,9	30,9	32,6
		Вуксал Біо Аміноплант	31,2	35,6	32,1	33,0
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	31,4	33,3	30,2	31,7
		Вуксал Біо Аміноплант	34,6	35,5	31,1	33,7
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	33,5	36,2	32,8	34,2
		Вуксал Біо Аміноплант	34,0	37,8	33,2	35,0
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	35,2	35,6	32,3	34,4
		Вуксал Біо Аміноплант	36,2	35,6	32,3	34,7
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	36,8	38,3	33,6	36,2
		Вуксал Біо Аміноплант	38,5	39,2	34,7	37,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	35,3	37,8	32,5	35,2
		Вуксал Біо Аміноплант	35,6	38,3	33,4	35,8
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	35,6	40,6	34,6	36,9
		Вуксал Біо Аміноплант	39,2	40,6	35,9	38,6
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	33,0	36,9	30,7	33,6
		Вуксал Біо Аміноплант	32,7	37,8	31,6	34,0
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	33,6	39,2	31,8	34,9
		Вуксал Біо Аміноплант	35,1	39,6	32,7	35,8
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	34,5	37,8	32,9	35,1
		Вуксал Біо Аміноплант	35,3	39,2	34,5	36,3
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	36,0	41,0	35,1	37,3
		Вуксал Біо Аміноплант	38,4	43,3	37,4	39,7
<i>HIP</i> ₀₅			5,4	5,5	5,0	5,2

За даними дисперсійного аналізу встановлено, що у 2021 році освоєння площі живлення деревами сорту Чемпіон Арно переважало за ґрунтового удобрення N₁₂₀P₉₀K₉₀ (рис. 4.11.1). Позакоренеve підживлення дерев навесні та восени значно збільшило значення досліджуваного показника порівняно з ділянками де підживлення не проводили.

У 2022 році спостерігалось збільшення значення досліджуваного показника за оптимізованого удобрення, що на 12 % перевищило варіант де добрива не вносили (рис. 4.11.2). Позакоренеve підживлення восени сприяло зменшенню освоєння площі

живлення на 7 % порівняно з підживленням навесні та восени. Внесення біостимулятора – антистресанта істотного впливу на збільшення значення досліджуваного показника не мало. У 2023 році освоєння площі живлення деревами переважало за внесення в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення навесні та восени азотом та бором (рис. 4.11.3).

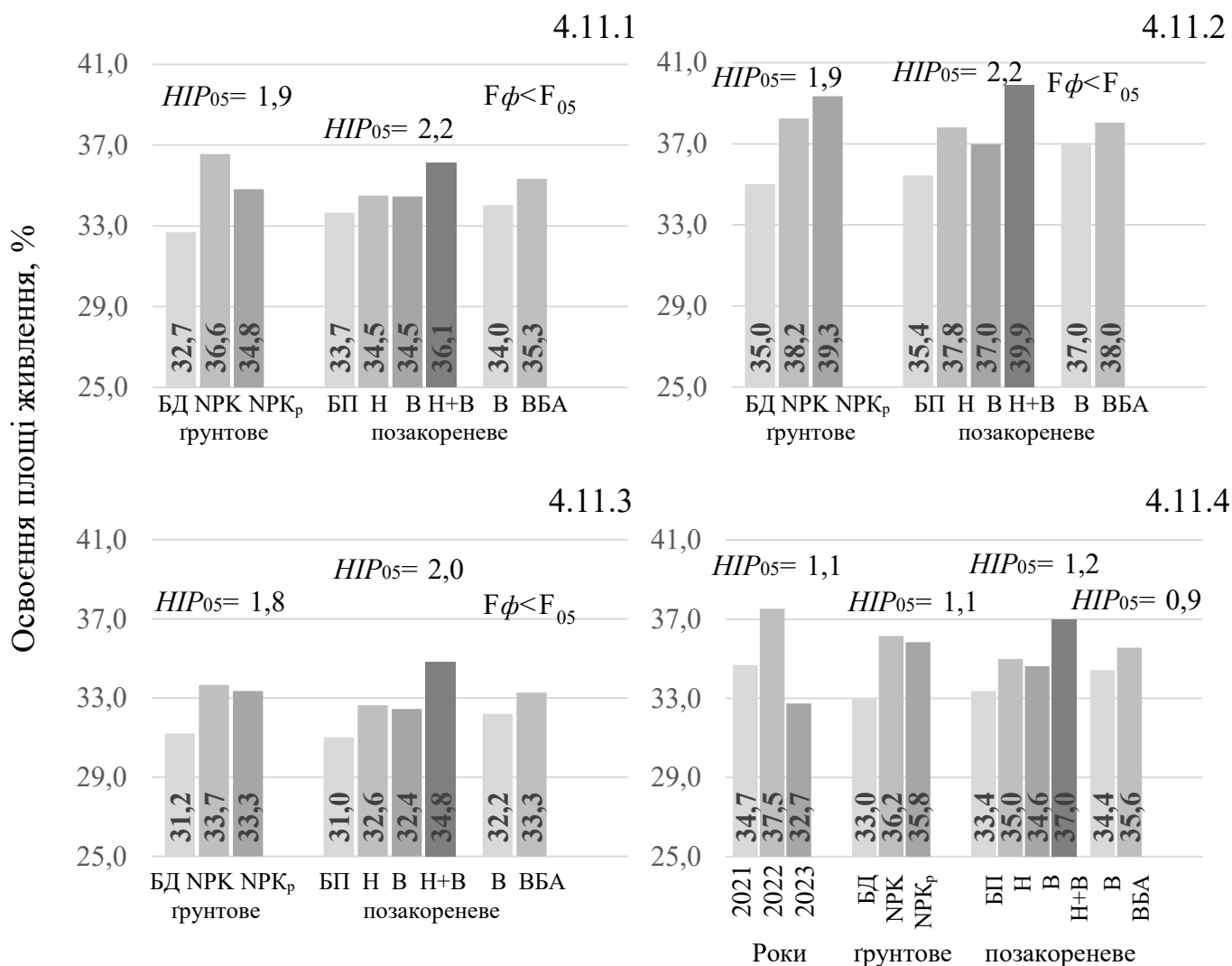


Рис.4.11.1 - 4.11.4. Освоєння деревами площі живлення залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НПК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НПК_р – НПК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 4.11.1 – 2021 р., 4.11.2 – 2022 р., 4.11.3 – 2023 р., 4.11.4 – 2021 – 2023 pp.

Всередньому за роки проведення досліджень освоєння площі живлення істотно різнилось та переважало у 2022 році – 37,5 % (рис. 4.11.4). Освоєння площі живлення деревами на неудобрюваних ділянках на 9 % поступалось відповідному значенню за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$. Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з ділянками без підживлень.

За період проведення досліджень у 2021 році найбільший вплив на освоєння деревами площі живлення мав фактор «грунтове удобрення» - на 21 %, фактор «позакореневе підживлення» вплинув на 7 %, а «внесення біостимулятора – антистресанта» лише на 4 % (додаток В.10). У 2022 році найбільшого впливу на значення досліджуваного показника спричинено факторами : «грунтове удобрення» на 24 % та «позакореневе підживлення» на 19 %. Фактор «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинув на 2 %. Зміну досліджуваного показника у 2023 році спричинено факторами: «позакореневе підживлення» на 19 %, «грунтове удобрення» на 12 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» на 3 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність значення досліджуваного показника з об'ємом крони ($r=0,96$), загальною листковою поверхнею ($r=0,92$), кількістю листя ($r=0,96$), кількістю квіток ($r=0,91$)

Висновки до розділу 4

1. Оптимізоване грунтове живлення дерев яблуні сорту Чемпіон Арно сприяло збільшенню приросту діаметра штамбу на 32 % порівняно з варіантом де добрива не вносили. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом та бором збільшило значення досліджуваного показника на 11 %, а застосування біостимулятора – антистресанта сприяло потовщенню штамбу на 7 %.

2. Сумарна довжина пагонів за внесення розрахункової норми NPK на 16 % перевищувало відповідне значення за відсутності удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени (азот + бор) сприяло збільшенню значення сумарної довжини пагонів на 23 % порівняно з контролем (без підживлення), а внесення

біостимулятора – антистресанта на 13 % збільшило значення досліджуваного показника порівняно з обробкою дерев водою.

3. Застосування оптимізованого удобрення сприяло збільшенню площі листкової поверхні на 21 % порівняно з варіантом де добрива не вносили. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом та бором сприяло збільшенню площі листкової поверхні на 12 % порівняно з проведенням даного агрозаходу восени.

4. Об'єм крони на оптимізованому фоні на 11 % переважав відповідне значення на неудобрюваних ділянках. Також відмічена тенденція щодо збільшення значення досліджуваного показника за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) із внесенням біостимулятора – антистресанта.

5. Освоєння площі живлення деревами у варіанті без добрив на 9 % поступалось відповідному значенню за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом та бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з ділянками без підживлень.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДО РОЗДІЛУ IV

1. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Ріст і врожайність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 2. С. 64–70. DOI: 10.32782/2310-0478-2023-2-64-70

2. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Продуктивність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від системи удобрення. *Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції*. Львів, 2024. С. 79 – 80.

РОЗДІЛ 5

ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ, ПІГМЕНТІВ І ВОЛОГИ В ЛИСТКАХ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ГРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

5.1. Вологість листя

Показник вологості листя свідчить про вологозабезпечення дерева вцілому [69]. В умовах нестійкого зволоження в незрошуваному насадженні різні системи удобрення впливали не тільки на ріст та продуктивність дерев а й на водний режим їх органів, зокрема на вміст води в листі (табл. 5.1).

У 2021 році вміст вологи у листі яблуні був вищим у всіх варіантах удобрення порівняно з контролем та максимального значення показника отримано при позакореневому підживленні дерев азотом і бором сумісно з внесенням Вуксал Біо Амінопланту на фоні оптимізованого ґрунтового живлення (63,4 %). У 2022 та 2023 роках найбільший вміст води у листі спостерігався у варіанті з внесенням в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$, позакореневим підживленням навесні та восени в поєднанні з обробкою дерев біостимулятором – антистресантом – 63,5 % та 63,4 % відповідно, що істотно перевищувало значення досліджуваного показника в контрольному варіанті.

Всередньому за роки досліджень показник запасу вологи в листі істотно різнився залежно від системи удобрення та був у межах 58,4 – 63,2 %, та максимального значення досліджуваного показника отримано за внесення в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ і $НРК_{розрах.}$ та підживленням навесні та восени (азот + бор) сумісно із застосуванням біостимулятора – антистресанта, що перевищувало на 3,9 та 4,3 % значення показника за контролю.

За даними багатofакторного дисперсійного аналізу вміст вологи в листі у 2021 році (рис. 5.1.1) переважав за внесення розрахункової норми добрив та позакореневого підживлення навесні та восени сумісно з обробкою дерев Вуксал Біо Аміноплантом.

Таблиця 5.1

Загальний вміст води у листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	57,0	59,3	58,9	58,4
		Вуксал Біо Аміноплант	58,5	60,1	59,7	59,4
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	59,0	59,7	59,4	59,4
		Вуксал Біо Аміноплант	59,5	60,3	60,0	59,9
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	59,6	60,5	60,4	60,2
		Вуксал Біо Аміноплант	61,0	60,8	61,1	61,0
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	59,1	62,4	61,5	61,0
		Вуксал Біо Аміноплант	59,5	62,6	62,2	61,4
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	59,0	60,3	60,6	60,0
		Вуксал Біо Аміноплант	59,9	62,0	61,1	61,0
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	59,9	61,1	61,4	60,8
		Вуксал Біо Аміноплант	60,3	61,6	62,2	61,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	60,5	61,2	60,7	60,8
		Вуксал Біо Аміноплант	60,7	61,4	60,9	61,0
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	62,3	63,1	62,6	62,7
		Вуксал Біо Аміноплант	62,6	63,5	63,4	63,2
NPK розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	59,7	60,4	60,3	60,1
		Вуксал Біо Аміноплант	60,9	61,7	60,8	61,1
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	60,1	60,9	61,7	60,9
		Вуксал Біо Аміноплант	60,5	61,9	60,8	61,1
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	61,2	60,8	61,6	61,2
		Вуксал Біо Аміноплант	61,4	60,8	61,5	61,2
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	63,2	62,6	62,8	62,9
		Вуксал Біо Аміноплант	63,4	63,3	63,0	63,2
NIP ₀₅			2,0	2,2	2,3	2,1

У 2022 році (рис. 5.1.2) значення досліджуваного показника за удобрення N₁₂₀P₉₀K₉₀ переважало на 2 % значення показника на ділянках без удобрення. Позакоренево підживлення навесні та восени сприяло збільшенню вологи в листі на 4 % порівняно з контролем. Також відмічена тенденція щодо збільшення значення показника при застосуванні Вуксал Біо Амінопланту. Вміст води в листі у 2023 році (рис.5.1.3) переважав за внесення в ґрунт N₁₂₀P₉₀K₉₀ і NPK_{розрах} та позакореневого підживлення навесні та восени.

Всередньому за роки досліджень (рис. 5.1.4) загальний вміст води в листі переважав у 2022 році (61,4 %). Оптимізоване ґрунтове живлення, позакореневе внесення азоту і бору сумісно з обробкою дерев біостимулятором сприяло істотному збільшенню значення досліджуваного показника порівняно з іншими варіантами удобрення.

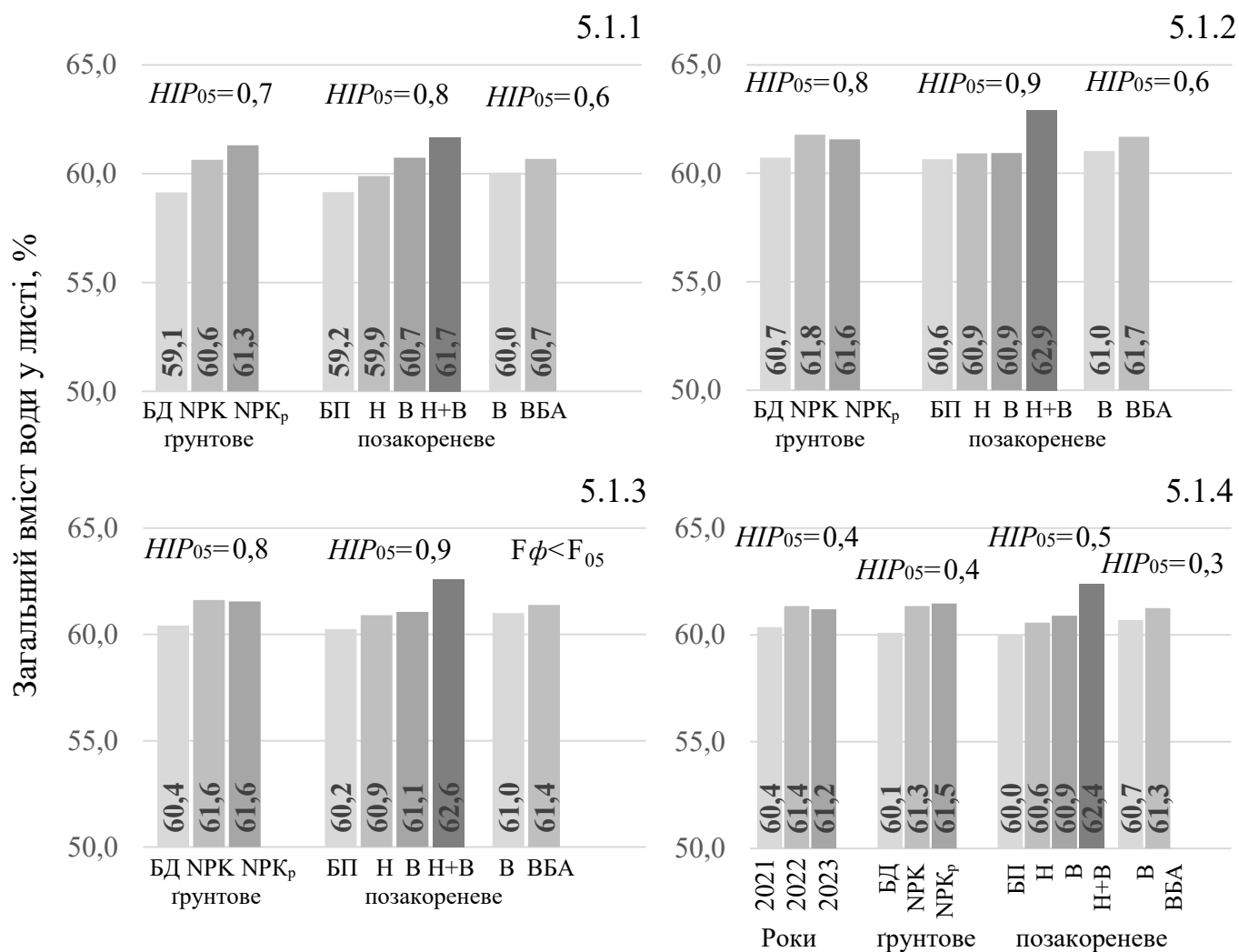


Рис.5.1.1 – 5.1.4. Загальний вміст води у листі залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 5.1.1 – 2021 р., 5.1.2 – 2022 р., 5.1.3 – 2023 р., 5.1.4 – 2021 – 2023 рр.

За період проведення досліджень у 2021 році (додаток Д) на вміст води в листі найбільший вплив мали фактори: «позакореневе підживлення» на 28 % та «грунтове удобрення» на 26 %, а фактор «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинув лише на 3 %. У 2022 році на значення досліджуваного показника найбільше вплинув фактор «позакореневе підживлення» на 34 %, фактор «грунтове удобрення» на 9 %, а «внесення біостимулятора – антистресанта» на 5 %. Подібну тенденцію відмічено і в 2023 році, так фактор «позакореневе підживлення» вплинув на 29 %, тоді, як «грунтове удобрення» на 12 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність вмісту води в листі з кількістю листя ($r=0,89$), площею листка ($r=0,83$), кількістю цвіту ($r=0,87$), товарною якістю плодів ($r=0,81$), об'ємом крони ($r=0,88$), урожайністю ($r=0,79$).

5.2. Вміст елементів живлення у листках яблуні

Хімічний аналіз листя є важливим методом діагностики мінерального живлення плодкових культур, оскільки його показники відображають рівень забезпеченості рослин необхідними елементами. Оптимальні рівні вмісту елементів живлення у листі яблуні становлять: для азоту (N) – 1,8 - 2,5 %, для фосфору (P_2O_5) – 0,13 - 0,29 %, для калію (K_2O) – 0,9 - 1,8 % [13, 60, 168].

Упродовж років досліджень різні варіанти удобрення мали вплив на вміст у листі азоту, фосфору і калію (додатки Д.1, Д.2, Д.3). На дані показники значно впливали погодні умови та навантаження дерев плодами.

Всередньому за роки досліджень вміст азоту в листках був неоднаковий та переважав у варіанті виробничого контролю, де щорічно вносили в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ та у варіанті $NPK_{розрах}$ з позакореневим підживленням навесні та восени азотом і бором з додатковим обприскуванням дерев біостимулятором - антистресантом – 2,72 та 2,68 % що істотно вище контролю на 0,38 та 0,34 %, при $HIP_{05}=0,09$ (табл. 5.2).

За даними дисперсійного аналізу найбільше на показник вмісту азоту в листках яблуні за весь період проведення досліджень вплинули фактори: «рік дослідження»

на 68 %, «грунтове удобрення» на 18 % та «позакореневе підживлення» на 7 % (додаток Д.4). Показник вмісту азоту в листі сильно корелював з кількістю плодів ($r=0,92$), урожайністю ($r=0,89$), кількістю листя ($r=0,81$), площею листка ($r=0,80$).

Таблиця 5.2

Вміст макроелементів живлення у листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення (середнє за 2021 – 2023 рр.), %

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Елемент живлення			
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	2,34	0,42	1,21	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,36	0,43	1,25	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	2,42	0,42	1,25	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,44	0,44	1,28	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,40	0,40	1,21	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,41	0,40	1,21	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,45	0,42	1,28	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,48	0,44	1,32	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	2,55	0,47	1,33
			Вуксал Біо Аміноплант	2,58	0,50	1,37
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	2,61	0,44	1,38	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,65	0,46	1,40	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	2,56	0,44	1,33	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,57	0,44	1,34	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	2,67	0,47	1,38	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,72	0,49	1,41	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	2,47	0,43	1,33
			Вуксал Біо Аміноплант	2,50	0,44	1,37
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	2,59	0,43	1,37	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,63	0,45	1,42	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,48	0,42	1,34	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,52	0,43	1,35	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,64	0,44	1,39	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,68	0,46	1,42	
	HIP ₀₅			0,09	0,03	0,04

Вміст фосфору у листі яблуні у всіх варіантах дослідів був вищим оптимального та досягав максимуму у варіанті зі щорічним удобренням N₁₂₀P₉₀K₉₀ сумісно з

обробкою дерев Вуксал Біо Аміноплантом та становив – 0,50 % та у варіанті з позакореневим підживленням навесні та восени (азот + бор) за сумісного внесення біостимулятора на тому ж фоні ґрунтового живлення – 0,49 %. Значення досліджуваного показника у контрольному варіанті було на рівні 0,42 %.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що найбільший вплив на значення досліджуваного показника мали фактори: «ґрунтове удобрення» – 33 %, «позакореневе підживлення» – 14 %, «рік дослідження» – 8 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» – 6 % (додаток Д.5).

За період проведення досліджень вміст фосфору в листі середньо корелював з кількістю квіток ($r=0,63$), урожайністю ($r=0,62$), масою плоду ($r=0,60$), загальною площею листкового покриву ($r=0,50$), кількістю листя ($r=0,47$).

Упродовж періоду досліджень вміст калію в листі знаходився в оптимальних межах по всіх варіантах. Оптимізоване ґрунтове живлення та щорічне внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяли збільшенню вмісту калію в листках на 10 % порівняно з контролем, де добрива не вносили. Максимального значення досліджуваного показника отримано у варіантах позакореневого підживлення навесні та восени і навесні за сумісного внесення Вуксал Біо Амінопланту на оптимізованому фоні ґрунтового живлення – 1,42 %, що на 17 % перевищувало значення за контролю.

На вміст калію в листках впливали фактори: «рік дослідження» – 51 %, «ґрунтове удобрення» – 32 %, «позакореневе підживлення» – 8 % (додаток Д.6).

Виявлено сильну кореляційну залежність вмісту калію в листі з кількістю плодів ($r=0,95$), площею листка ($r=0,87$), урожайністю ($r=0,93$), кількістю листя ($r=0,82$), об'ємом крони ($r=0,94$), освоєнням площі живлення ($r=0,87$),

5.3. Вміст хлорофілу в листі яблуні

Хлорофіл відіграє ключову роль у фотосинтетичній активності рослин. Чим більший вміст хлорофілу в листках, тим інтенсивніше відбувається фотосинтез, що сприяє кращому накопиченню біомаси та підвищенню врожайності насаджень

яблуні. Накопичення хлорофілу є визначальним внутрішнім фактором для інтенсивного проходження фотосинтезу, впливаючи на утворення органічних речовин, ріст і продуктивність дерев [169].

У досліді з вивчення впливу системи удобрення на зміну вмісту зелених пігментів в листі проводили визначення хлорофілу у динаміці (табл. 5.3, додаток Д.7).

Таблиця 5.3

Динаміка вмісту суми хлорофілів (a+b) у листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, мг/100 г сирової маси (середнє за 2021 – 2023 рр.)

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Показники в різні місяці вегетації дослідних дерев		
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	липень	серпень	вересень
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	142,2	160,2	130,1
		Вуксал Біо Аміноплант	146,2	164,2	133,4
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	151,6	165,9	138,0
		Вуксал Біо Аміноплант	153,4	168,6	140,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	148,2	164,4	133,6
		Вуксал Біо Аміноплант	149,1	166,2	136,0
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	158,0	174,3	142,4	
	Вуксал Біо Аміноплант	160,2	177,4	144,6	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	154,4	171,7	137,7
		Вуксал Біо Аміноплант	157,2	175,0	139,6
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	162,7	179,6	144,9
		Вуксал Біо Аміноплант	163,8	181,9	147,0
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	158,2	173,9	141,4
		Вуксал Біо Аміноплант	161,1	178,2	143,2
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	169,6	186,3	150,3	
	Вуксал Біо Аміноплант	173,6	188,1	152,8	
NPKрозрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	159,8	172,0	139,3
		Вуксал Біо Аміноплант	163,7	177,3	141,4
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	167,7	179,8	147,7
		Вуксал Біо Аміноплант	170,7	183,8	150,8
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	163,4	175,6	143,1
		Вуксал Біо Аміноплант	166,4	178,2	145,0
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	173,2	188,4	152,0	
	Вуксал Біо Аміноплант	177,0	190,6	155,4	
HIP ₀₅			4,4	5,1	3,9

Встановлено, що вміст суми хлорофілів поступово наростає починаючи з весни, досягаючи максимуму у серпні, а потім відбувається зниження його концентрації. Це підтверджується дослідженнями проведеними в різних ґрунтово-кліматичних зонах [69, 170]. В середньому за роки проведення досліджень серед всіх досліджуваних варіантів найвищий вміст зелених пігментів відмічено у варіанті з позакореневим підживленням навесні та восени азотом і бором та сумісного застосування біостимулятора – антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового живлення 155,4 – 190,6 мг/100г сирої маси.

Багатофакторним дисперсійним аналізом (додаток Д.8) встановлено, що вміст суми хлорофілів «a+b» в середньому за період проведення досліджень найбільшим був у серпні місяці, що на 10 % перевищувало значення показника у липні, та на 23 % – вересні. Внесення розрахункової норми добрив сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 9 % порівняно з ділянками без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 6 % порівняно з підживленням восени та на 8 % порівняно з контролем. Також відмічена тенденція щодо збільшенню вмісту суми хлорофілів «a+b» при застосуванні біостимулятора – антистресанта.

Висновки до розділу 5

1. Загальний вміст води в листі яблуні сорту Чемпіон Арно був вищий у варіантах з удобренням, із максимальним значенням 63,2 %, за позакореневого підживлення навесні та восени азотом і бором і сумісного внесення Вуксал Біо Амінопланту на обох фонах ґрунтового живлення, що на 4,8 % перевищувало значення показника за абсолютного контролю. На зміну вмісту вологи в листі найбільше вплинув чинник позакореневе підживлення (30 %).

2. На основі даних про вміст азоту в листках дослідних дерев яблуні сорту Чемпіон Арно можна зробити висновок, що існує сильна залежність між системою живлення рослин і хімічним складом їхніх листків. Вміст фосфору в листках значною мірою залежав від мінерального живлення, при цьому найбільший вплив мав фактор

грунтове удобрення – 33 %. Зміна вмісту калію в листках залежала від урожайності дерев та системи мінерального живлення. Оптимізоване ґрунтове живлення та щорічне внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяли збільшенню вмісту калію в листках на 10 % порівняно з контролем, де добрива не вносили.

3. Оптимізоване ґрунтове удобрення сприяло збільшенню вмісту суми хлорофілів «a+b» на 9 % порівняно з ділянками без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 6 % порівняно з підживленням восени та на 8 % порівняно з контролем (без підживлення).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДО РОЗДІЛУ V

1. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Вміст основних елементів живлення у листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від системи удобрення. *VIII Всеукраїнська наукова інтернет-конференція «Інновації в садівництві»*. Умань, 2024. С. 20 – 22

РОЗДІЛ 6

ПРОДУКТИВНІСТЬ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

6.1. Кількість квіток і зав'язування плодів

Інтенсивне цвітіння дерев і сприятливі умови для запилення та запліднення значною мірою забезпечують високий урожай яблук [16]. Цвітіння свідчить про потенційну продуктивність плодових насаджень [167].

За результатами наших досліджень інтенсивність утворення квіток залежала від погодних умов року та системи удобрення (табл. 6.1). У 2021 році дерева сорту Чемпіон Арно найкраще квітували у варіанті ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль) в поєднанні з позакореневим підживленням навесні та восени за сумісного внесення Вуксал Біо Амінопланту (808 шт/дер), що на 27 % перевищувало виробничий та на 39 % абсолютний контроль. Кількість квіток у 2022 році була найбільшою за оптимізованого удобрення та позакореневого внесення азоту та бору в поєднанні із застосуванням біостимулятора – антистресанта (450шт/дер), що на 72 шт/дер більше ніж у варіанті де не проводили удобрення. Ефективність ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення дерев у 2022 році позитивно вплинуло на закладання плодових утворень, що сприяло кращому квітуванню дерев у наступному році. У 2023 році значення досліджуваного показника переважало за внесення в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ та зафіксована чітка залежність збільшення кількості квіток за проведення позакореневого підживлення навесні та восени з додатковим застосуванням біостимулятора – антистресанта.

Всередньому за роки проведення досліджень найбільшу кількість квіток зафіксовано за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) в поєднанні з внесенням біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 726 шт/дер, що на 25 % перевищило варіант абсолютного контролю.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що у 2021 році (рис. 6.1.1) кількість квіток переважала за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ та позакореневого

підживлення навесні й восени азотом і бором сумісно з внесенням біостимулятора – антистресанта.

Таблиця 6.1

Кількість квіток на деревах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, шт/дер.

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	582	378	782	581
		Вуксал Біо Аміноплант	595	390	804	596
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	605	402	798	602
		Вуксал Біо Аміноплант	632	414	815	620
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	590	386	805	594
		Вуксал Біо Аміноплант	662	399	810	624
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	671	415	842	643	
	Вуксал Біо Аміноплант	660	421	884	655	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	634	400	846	627
		Вуксал Біо Аміноплант	653	417	875	648
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	676	425	855	652
		Вуксал Біо Аміноплант	652	432	878	654
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	751	412	872	678
		Вуксал Біо Аміноплант	781	424	905	703
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	742	430	890	687	
	Вуксал Біо Аміноплант	808	438	932	726	
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	621	410	825	619
		Вуксал Біо Аміноплант	638	424	852	638
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	665	425	846	645
		Вуксал Біо Аміноплант	691	438	874	668
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	700	419	858	659
		Вуксал Біо Аміноплант	703	422	895	673
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	743	441	880	688	
	Вуксал Біо Аміноплант	738	450	915	701	
<i>НІР</i> ₀₅			60	54	91	36

У 2022 році найбільше квіток зафіксовано за позакореневого підживлення навесні та восени на оптимізованому фоні ґрунтового живлення (рис. 6.1.2). У звітному році істотної різниці у значенні досліджуваного показника від застосування біостимулятора – антистресанта не зафіксовано.

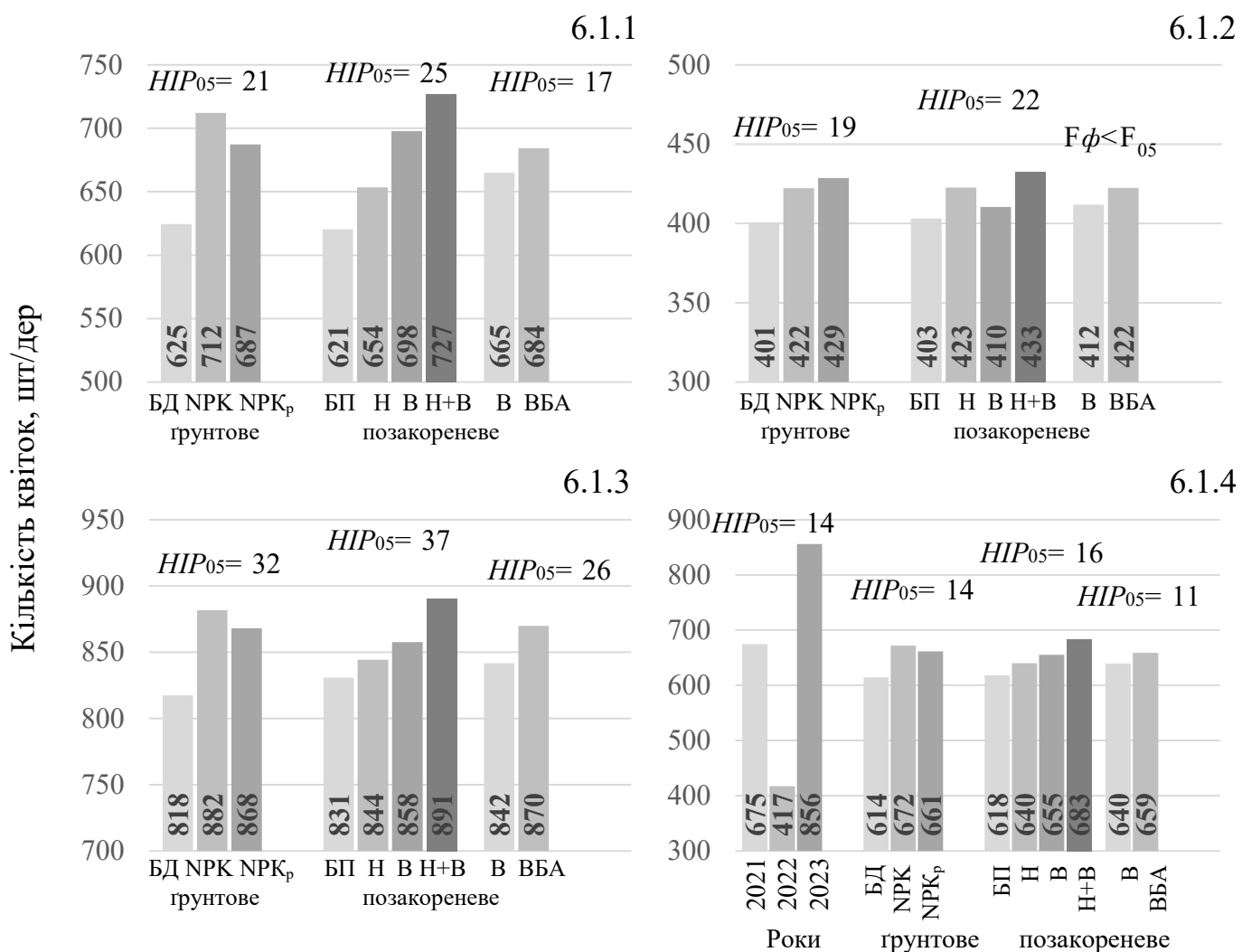


Рис.6.1.1 – 6.1.4. Кількість квіток на деревах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – $N_{120}P_{90}K_{90}$, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 6.1.1 – 2021 р., 6.1.2 – 2022 р., 6.1.3 – 2023 р., 6.1.4 – 2021 – 2023 рр.

У 2023 році (рис. 6.1.3) кількість квіток за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 8 % перевищувало значення показника за відсутності удобрення. Позакоренево підживлення навесні та восени (азот + бор) сприяло збільшенню кількості квіток на 6 % порівняно з підживленням навесні. Також відмічена тенденція щодо збільшення

значення досліджуваного показника при застосуванні біостимулятора – антистресанта.

Всередньому за роки досліджень кількість квіток істотно різнилась та переважала у 2023 році (856 шт/дер), що більше ніж в 2 рази перевищило значення даного показника у 2022 році та на 27 % у 2021 році (рис. 6.1.4). Кількість квіток за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 9 % перевищило значення показника у варіанті без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом та бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з варіантом без підживлення.

Сила впливу досліджуваних факторів по роках різнилась. Так у 2021 році найбільший вплив на зміну кількості квіток спричинено факторами: «позакореневе підживлення» на 37 % та «ґрундове удобрення» – 30 %, фактор «внесення біостимулятора – антистресанта» вплинув лише на 2 % (додаток Е). На зміну досліджуваного показника у 2022 році вплинули фактори «ґрундове удобрення» на 14 %, «позакореневе підживлення» на 12 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» на 3 %. У 2023 році на кількість квіток вплинули всі досліджувані фактори: «ґрундове удобрення» на 21 %, «позакореневе підживлення» на 14 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» на 6 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність кількості квіток з кількістю листя ($r=0,91$), кількістю плодів ($r=0,91$), освоєнням площі живлення ($r=0,91$), об'ємом крони ($r=0,89$), урожайністю ($r=0,87$), середньою масою плоду ($r=0,84$).

Кількість зав'язі – один з показників який визначає потенційну врожайність плодкових насаджень [167]. У 2021 році кількість зав'язі була більшою за позакореневого підживлення насаджень азотом і бором навесні та восени сумісно із застосуванням біостимулятора – антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового живлення – 144 шт/дер. (табл. 6.2). В 2022 році відмічено незначне збільшення кількості зав'язі залежно від варіанту ґрунтового удобрення, а при позакореновому внесення азоту і бору навесні та восени в поєднанні з обробкою дерев

біостимулятором – антистресантом спостерігалось істотне збільшення значення показника порівняно з іншими досліджуваними варіантами.

Таблиця 6.2

Кількість зав'язі на деревах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, шт/дер.

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			Середнє за три роки	
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023		
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	102	70	133	102	
		Вуксал Біо Аміноплант	103	75	145	108	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	103	77	143	108	
		Вуксал Біо Аміноплант	106	79	153	113	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	102	73	141	105	
		Вуксал Біо Аміноплант	106	78	150	111	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	110	78	155	114	
		Вуксал Біо Аміноплант	112	82	161	118	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	116	79	158	118
			Вуксал Біо Аміноплант	125	82	167	125
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	133	80	168	127	
		Вуксал Біо Аміноплант	135	84	175	131	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	132	78	170	127	
		Вуксал Біо Аміноплант	133	81	178	131	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	137	81	179	132	
		Вуксал Біо Аміноплант	142	86	189	139	
NPKрозрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	125	80	155	120
			Вуксал Біо Аміноплант	130	82	163	125
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	135	81	171	129	
		Вуксал Біо Аміноплант	141	86	177	135	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	134	78	164	125	
		Вуксал Біо Аміноплант	139	86	175	134	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	138	87	176	134	
		Вуксал Біо Аміноплант	144	89	183	139	
	NIP ₀₅			18	11	17	15

Кількість зав'язі у 2023 році переважала за ґрунтового удобрення N₁₂₀P₉₀K₉₀ та максимального значення набула при позакореновому підживлення навесні та восени (азот + бор) сумісно з внесенням Вуксал Біо Амінопланту – 189 шт/дер., що на 20 % переважало виробничий та на 42 % абсолютний контроль. Пересічно за роки досліджень кількість зав'язі переважала за оптимізованого ґрунтового живлення з

максимальним показником для всіх варіантів ґрунтового удобрення за позакореневого підживлення дерев навесні та восени азотом і бором та сумісного внесення біостимулятора.

За даними багатофакторного дисперсійного аналізу, кількість зав'язі у 2021 році за внесення розрахункової норми NPK переважала на 30 % значення показника на ділянках без удобрення (рис. 6.2.1). Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню кількості зав'язі на 11 % порівняно з контролем.

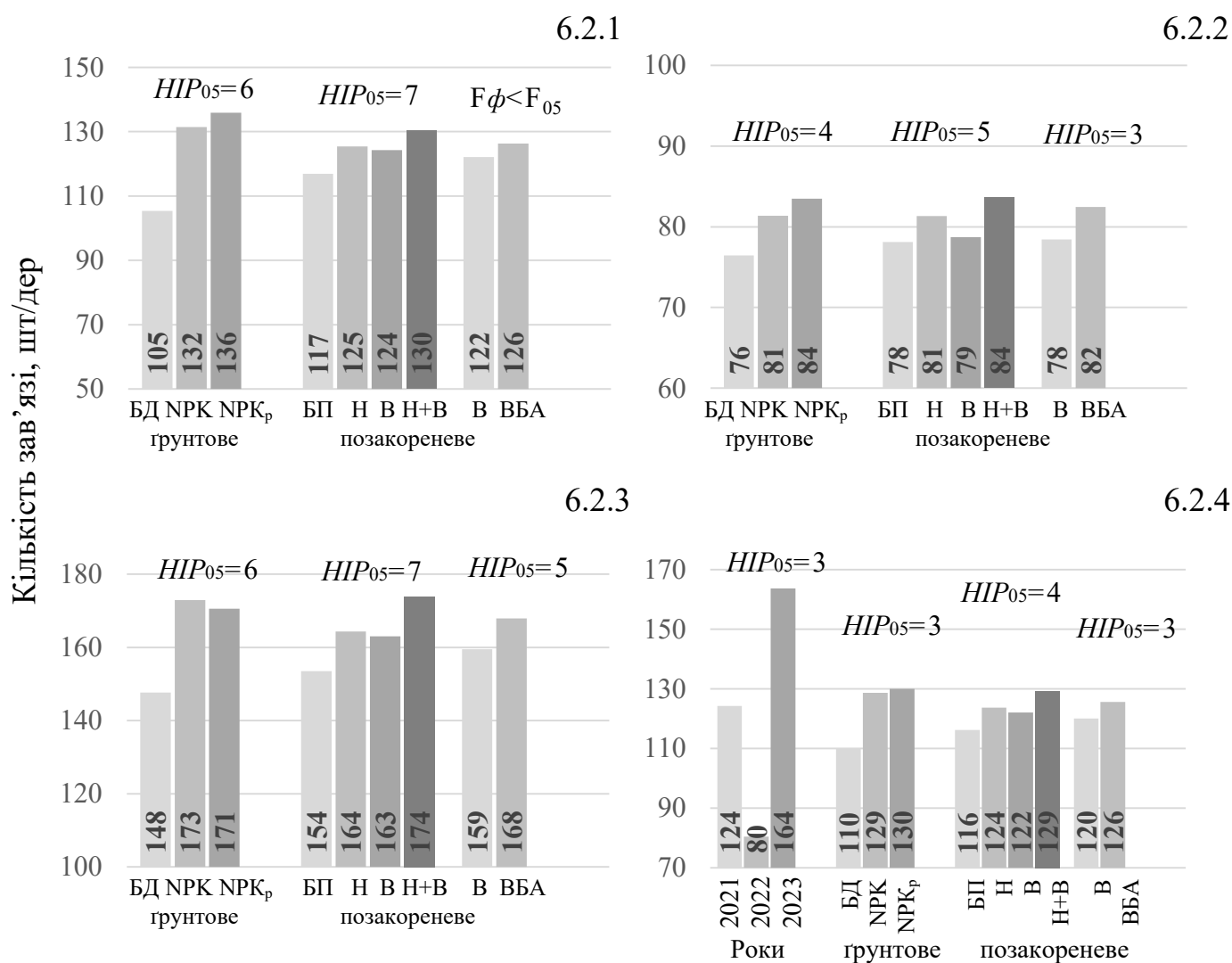


Рис.6.2.1 – 6.2.4. Кількість зав'язі на деревах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – $N_{120}P_{90}K_{90}$, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА -

Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 6.2.1 – 2021 р., 6.2.2 – 2022 р., 6.2.3 – 2023 р., 6.2.4 – 2021 – 2023 рр.

У 2022 році значення досліджуваного показника істотно різнилось та переважало за оптимізованого ґрунтового удобрення, позакореневого підживлення навесні та восени азотом і бором сумісно з обробкою дерев біостимулятором – антистресантом (рис. 6.2.2). У 2023 році кількість зав'язі переважала у варіанті з ґрунтовим удобренням $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 17 % порівняно з варіантом де добрива не вносили (рис. 6.2.3). Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню кількості зав'язі на 7 % порівняно з підживленням восени та на 13 % з ділянками де підживлення не проводили. Внесення Вуксал Біо Амінопланту сприяло збільшенню значення показника на 6 % порівняно з обприскуванням дерев водою.

Кількість зав'язі всередньому за роки досліджень істотно різнилась та переважала у 2023 році (164 шт/дер), що значно перевищувало значення досліджуваного показника отриманого в попередні роки досліджень (рис. 6.2.4).

При оптимізованому удобренні кількість зав'язі на 18 % переважала відповідне значення показника за відсутності удобрення. Позакореневе підживлення дерев навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з контролем (без підживлення), а обробка дерев біостимулятором на 5 % збільшила кількість зав'язі порівняно з обробкою дерев водою.

За період проведення досліджень у 2021 році на зміну кількості зав'язі найбільше вплинув фактор «ґрунтове удобрення» на 62 %, тоді, як – «позакореневе підживлення» і «внесення біостимулятора – антистресанта» – відповідно 8 % і 2 % (додаток Е.1). У 2022 році на досліджуваний показник вплив факторів був майже однаковим. Так вплив «ґрунтового удобрення» складав 17 %, «позакореневого підживлення» – 10 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» – 8 %. У 2023 році на показник кількості зав'язі найбільший вплив мали фактори: «ґрунтове удобрення» на 48 % і «позакореневе підживлення» – 19 %. Виявлено сильну кореляційну залежність кількості зав'язі з урожайністю ($r = 0,99$), об'ємом крони

($r = 0,97$), середньою масою плоду ($r = 0,97$), кількістю листя ($r = 0,91$), кількістю квіток ($r = 0,91$), площею листка ($r = 0,90$).

Характеризуючи показники плодоношення, слід відзначити, що найбільший рівень зав'язування плодів у 2021 році (табл. 6.3) отримано за внесення в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ та підживленням навесні азотом і бором та сумісним застосуванням біостимулятора – антистресанта – 20,7 %. У 2022 році найвищий показник зафіксовано за позакореневого підживлення восени (азот + бор) та застосування Вуксал Біо Амінопланту на оптимізованому фоні ґрунтового живлення – 20,1 %, тоді як у варіанті абсолютного контролю цей показник становив 18,5 %.

Рівень зав'язування плодів у 2023 році істотно різнився під впливом досліджуваних варіантів живлення та переважав за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ та позакореневого підживлення навесні та восени за сумісного внесення біостимулятора – антистресанта на рівні 20,3 %. В середньому за роки досліджень значення досліджуваного показника коливалось від 17,7 % до 20,1 %. Найбільший рівень зав'язування відмічено за внесення розрахункової норми NPK в поєднанні з позакореневим підживленням навесні азотом та бором й сумісного застосування Вуксал Біо Амінопланту.

За даними дисперсійного аналізу у 2021 році (рис. 6.3.1) рівень зав'язування плодів за оптимізованого ґрунтового живлення переважав на 7 % варіант з внесенням $N_{120}P_{90}K_{90}$ та на 17 % контрольний варіант, де добрива не вносили. Позакореневе підживлення навесні сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 7 % порівняно з проведенням підживлення восени. У 2022 році істотного збільшення значення досліджуваного показника не відбулось, але відмічена тенденція щодо збільшення відсотку зав'язування плодів за оптимізованого ґрунтового живлення та внесення біостимулятора – антистресанта (рис. 6.3.2).

Рівень зав'язування плодів у 2023 році переважав за ґрунтового удобрення розрахунковою нормою NPK на 9 % варіант, де добрива не вносили (рис. 6.3.3). Позакореневе внесення азоту та бору навесні сприяло збільшенню рівня зав'язування

плодів на 5 % порівняно з варіантом де підживлення не проводили. Також відмічена тенденція щодо збільшення значення показника при внесенні біостимулятора – антистресанта.

Таблиця 6.3

Рівень зав'язування плодів дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, %.

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	17,6	18,5	17,0	17,7
		Вуксал Біо Аміноплант	17,4	19,2	18,0	18,2
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	17,0	19,2	17,9	18,0
		Вуксал Біо Аміноплант	16,7	19,2	18,8	18,2
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	17,2	18,9	17,5	17,9
		Вуксал Біо Аміноплант	16,0	19,4	18,6	18,0
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	16,3	18,7	18,5	17,9
		Вуксал Біо Аміноплант	16,9	19,6	18,2	18,2
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	18,3	19,8	18,7	18,9
		Вуксал Біо Аміноплант	19,1	19,7	19,1	19,3
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	19,6	18,8	19,7	19,4
		Вуксал Біо Аміноплант	20,7	19,5	19,9	20,0
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	17,5	19,0	19,5	18,7
		Вуксал Біо Аміноплант	17,1	19,1	19,7	18,6
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	18,4	18,8	20,1	19,1
		Вуксал Біо Аміноплант	17,5	19,6	20,3	19,1
NPKрозрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	20,2	19,5	18,9	19,5
		Вуксал Біо Аміноплант	20,3	19,4	19,2	19,6
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	20,4	19,1	20,2	19,9
		Вуксал Біо Аміноплант	20,5	19,7	20,2	20,1
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	19,1	18,7	19,2	19,0
		Вуксал Біо Аміноплант	19,9	20,1	19,6	19,8
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	18,6	19,7	20,1	19,5
		Вуксал Біо Аміноплант	19,6	19,8	20,0	19,8
<i>HIP</i> ₀₅			2,0	1,8	1,5	1,0

Всередньому за роки досліджень рівень зав'язування плодів істотно різнився та переважав у 2022 та 2023 роках, відповідно 19,3 і 19,1 % (рис. 6.3.4). Внесення розрахункової норми добрив сприяло покращенню зав'язування плодів на 9 % порівняно з контролем, де добрива не вносили. Також відмічено тенденцію щодо

збільшення рівня зав'язування плодів при проведенні позакореневого підживлення навесні порівняно з іншими строками.

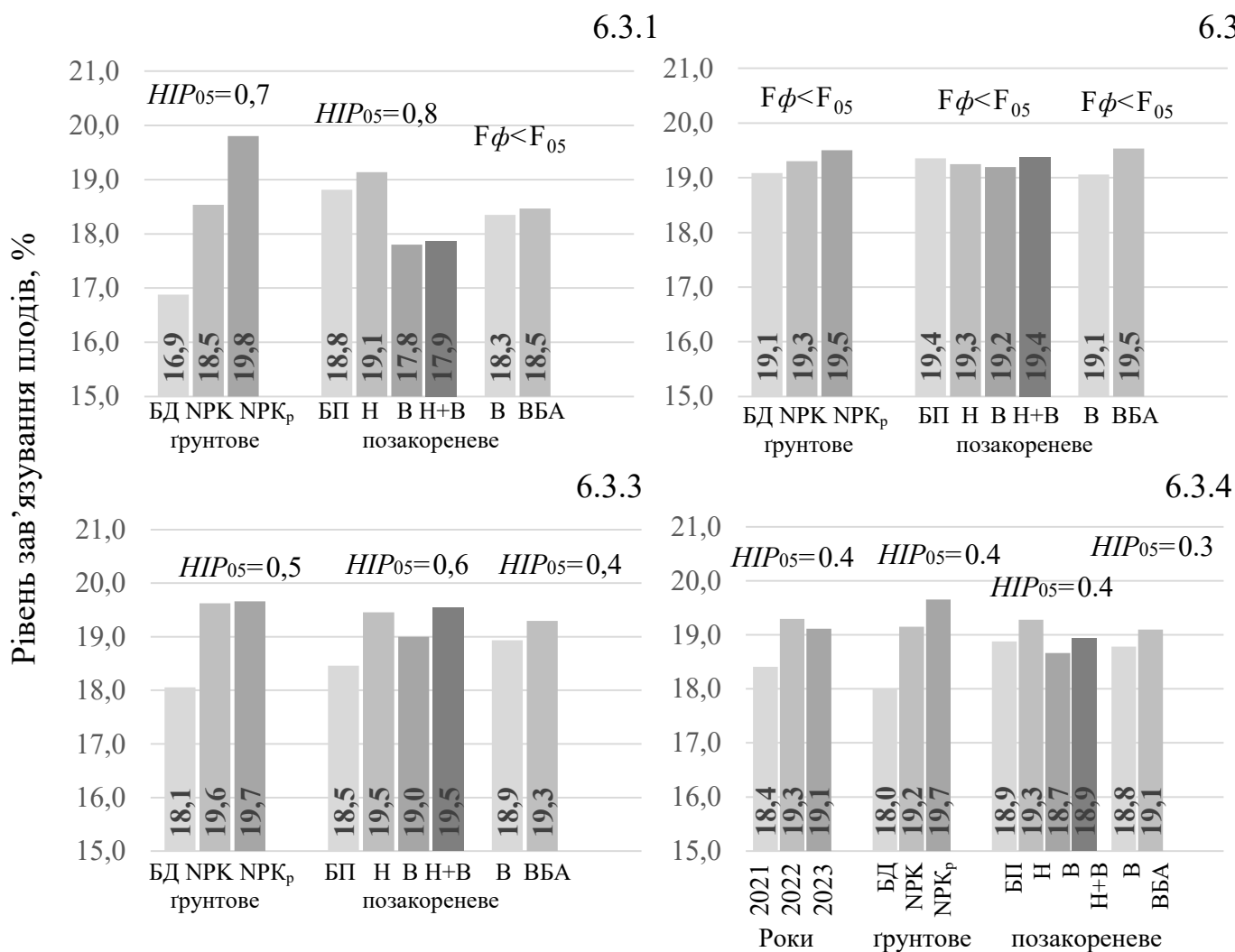


Рис.6.3.1 – 6.3.4. Рівень зав'язування плодів дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 6.3.1 – 2021 р., 6.3.2 – 2022 р., 6.3.3 – 2023 р., 6.3.4 – 2021 – 2023 рр.

Сила впливу досліджуваних факторів по роках істотно різнилась (додаток Е.2). У 2021 році найбільше на зміну значення досліджуваного показника вплинув фактор «ґрунтове удобрення» на 47 % та «позакоренево підживлення» на 11 %. У 2022 році

вплив факторів на даний показник був не високим. Зміну значення досліджуваного показника у 2023 році спричинено факторами: «грунтове удобрення» на 40 %, «позакореневе підживлення» на 13 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність рівня зав'язування плодів з урожайністю ($r=0,85$), кількістю плодів ($r=0,84$), об'ємом крони ($r=0,81$), товарною якістю плодів ($r=0,79$), площею листка ($r=0,79$), довжиною пагона ($r=0,69$) та середню з кількістю листя ($r=0,65$), квіток ($r=0,54$).

6.2. Навантаження дерев яблуні плодами

Одним із важливих показників продуктивності насадження є кількість плодів на дереві. Згідно з отриманими в процесі досліджень даними, кількість плодів суттєво залежала від сезону вирощування та системи удобрення насаджень.

У 2021 році кількість плодів переважала за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) в поєднанні з внесенням Вуксал Біо Амінопланту на фоні ґрунтового удобрення розрахунковою нормою NPK (табл. 6.4). У 2022 році значення досліджуваного показника переважало на оптимізованому фоні ґрунтового живлення та позакореновому підживлення навесні та восени з додатковим внесенням біостимулятора – антистресанта – 86 шт/дер., що на 30 % переважало значення показника за абсолютного контролю.

Кількість плодів у 2023 році переважало за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ з максимальним значенням за позакореневого підживлення навесні та восени азотом та бором за сумісного внесення Вуксал Біо Амінопланта – 185 шт/дер., тоді як у варіанті абсолютного контролю цей показник становив 130 шт/дер., що значно поступалось решті досліджуваних варіантів. В середньому за роки досліджень кількість плодів істотно різнилась залежно від удобрення та позакореневого підживлення й коливалась в межах від 98 до 135 шт/дер. та максимального значення досліджуваного показника отримано у варіанті $N_{120}P_{90}K_{90}$ і $NPK_{\text{розрах.}}$ та підживленням навесні та восени азотом і бором з додатковим застосуванням біостимулятора – антистресанта.

Таблиця 6.4

Кількість плодів на деревах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, шт/дер.

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	97	66	130	98
		Вуксал Біо Аміноплант	98	70	141	103
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	100	73	138	104
		Вуксал Біо Аміноплант	102	74	149	108
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	98	69	136	101
		Вуксал Біо Аміноплант	101	73	145	106
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	106	74	148	109
		Вуксал Біо Аміноплант	108	76	157	114
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	114	73	153	113
		Вуксал Біо Аміноплант	121	79	162	121
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	125	77	163	121
		Вуксал Біо Аміноплант	132	81	170	128
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	128	76	164	123
		Вуксал Біо Аміноплант	129	78	173	127
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	134	78	174	129
		Вуксал Біо Аміноплант	138	82	185	135
NPK розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	122	76	150	116
		Вуксал Біо Аміноплант	125	79	158	121
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	132	78	164	125
		Вуксал Біо Аміноплант	139	84	172	132
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	130	75	159	121
		Вуксал Біо Аміноплант	136	85	170	130
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	135	83	169	129
		Вуксал Біо Аміноплант	140	86	178	135
HIP ₀₅			22	14	18	18

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що кількість плодів у 2021 році (рис. 6.4.1) переважала за оптимізованого ґрунтового живлення та позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор). У 2022 році кількість плодів переважала за ґрунтового удобрення розрахунковою нормою NPK на 13 % порівняно з ділянками де добрива не вносили (рис. 6.4.2). В 2023 році значення досліджуваного показника було вищим за ґрунтового удобрення N₁₂₀P₉₀K₉₀ (виробничий контроль), що на 17 % переважало показник у варіанті без удобрення

(рис. 6.4.3). Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню кількості плодів на 7 % порівняно з підживленням восени та на 13 % порівняно з досліджуваними ділянками, де підживлення не проводили. Внесення біостимулятора – антистресанта також сприяло збільшенню кількості плодів на 6 % порівняно з обробкою дерев водою.

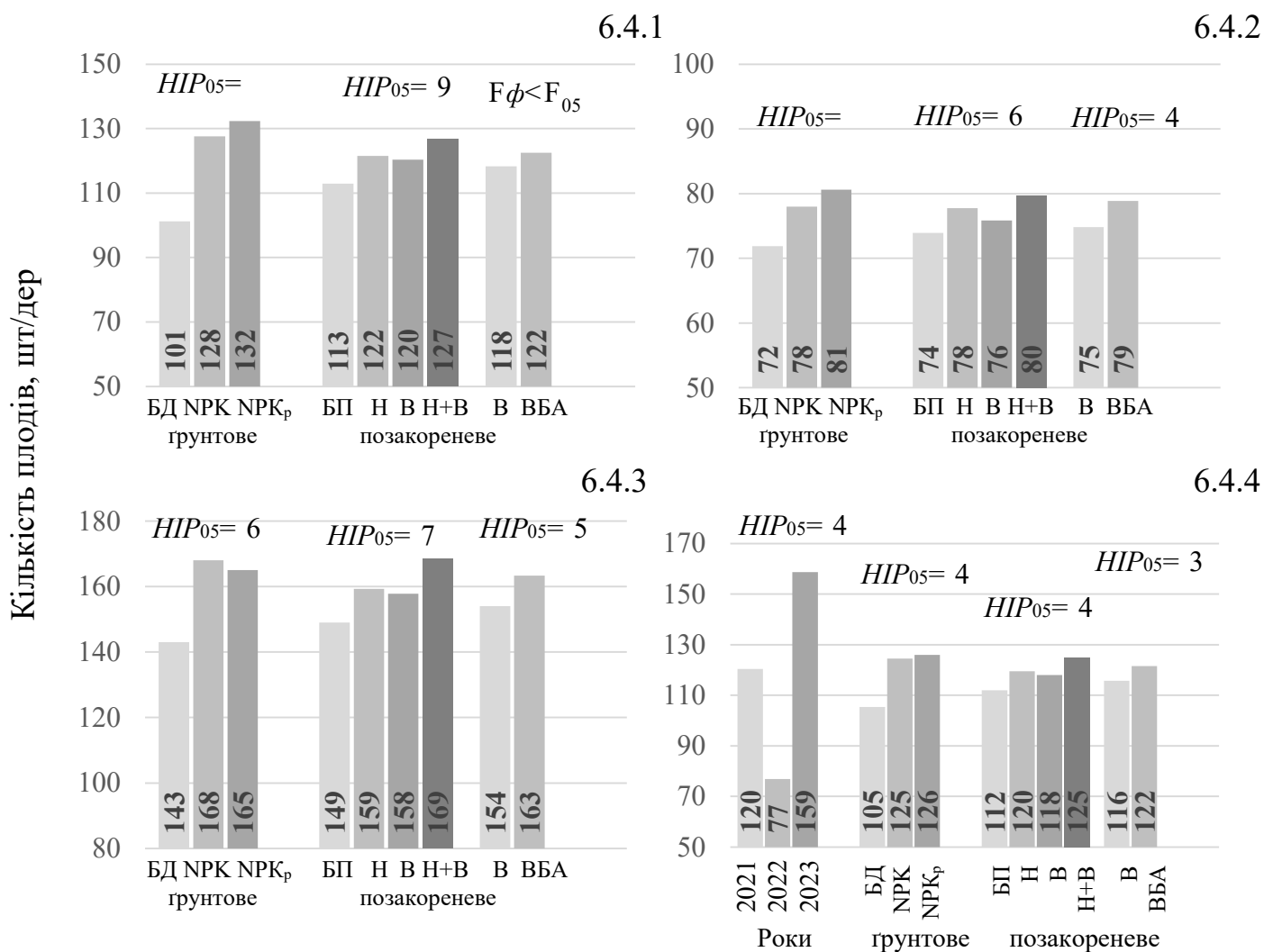


Рис.6.4.1 – 6.4.4. Кількість плодів яблуни сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – N₁₂₀P₉₀K₉₀, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 6.4.1 – 2021 р., 6.4.2 – 2022 р., 6.4.3 – 2023 р., 6.4.4 – 2021 – 2023 рр.

Згідно дисперсійного аналізу, кількість плодів істотно різнилась по роках досліджень та найбільшою була у 2023 році (159 шт/дер) (рис. 6.4.4). Оптимізоване ґрунтове живлення сприяло збільшенню значення показника на 20 % порівняно з неудобрюваними ділянками. Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 12 % порівняно з ділянками без підживлень. Також відмічена тенденція щодо збільшення кількості плодів за внесення біостимулятора – антистресанта.

У 2021 році найбільший вплив на кількість плодів мав фактор «ґрунтове удобрення» – 56 %, фактор «позакореневе підживлення» вплинув лише на 7 % (додаток Е.3). У 2022 році на зміну значення досліджуваного показника вплив факторів був дещо меншим: «ґрунтове удобрення» – 19 %, «позакореневе підживлення» – 7 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» – 6 %. У 2023 році вплив факторів на досліджуваний показник збільшився, зокрема: «ґрунтове удобрення» впливало на 44 %, «позакореневе підживлення» – 17 % і «внесення біостимулятора – антистресанта» – 8 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність кількості плодів з урожайністю ($r=0,99$), об'ємом крони ($r=0,97$), товарною якістю плодів ($r=0,93$), освоєнням площі живлення ($r=0,92$), кількістю листя ($r=0,91$), площею листка ($r=0,89$), середньою довжиною пагонів ($r=0,84$).

6.3. Урожайність дерев яблуні

Урожайність насаджень є одним з основних показників ефективності застосування добрив у саду. Впродовж періоду проведення досліджень спостерігався значний вплив добрив на врожайність плодів сорту Чемпіон Арно.

Найвищу врожайність у 2021 році (табл. 6.5) отримано за внесення розрахункової норми NPK та позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) та сумісного внесення Вуксал Біо Аміноплант (35,9 т/га), що на 63 % перевищувало значення показника за абсолютного контролю (без внесення добрив). У 2022 році спостерігалось зниження врожайності дослідних дерев яблуні по всіх варіантах.

Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором, в поєднанні з внесенням Вуксал Біо Амінопланту сприяло підвищенню врожаю на різних фонах ґрунтового удобрення відповідно, на 23, 19 і 18 %.

Таблиця 6.5

Урожайність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, т/га

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	22,0	16,4	25,2	21,2
		Вуксал Біо Аміноплант	22,3	17,4	26,1	21,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	23,1	18,9	26,3	22,8
		Вуксал Біо Аміноплант	23,8	19,2	27,1	23,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	22,6	17,5	26,2	22,1
		Вуксал Біо Аміноплант	23,7	18,6	26,8	23,0
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	24,8	19,3	27,3	23,8
		Вуксал Біо Аміноплант	25,4	20,2	28,5	24,7
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	26,7	19,5	30,2	25,5
		Вуксал Біо Аміноплант	29,1	21,5	31,4	27,3
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	29,9	20,7	33,2	27,9
		Вуксал Біо Аміноплант	32,1	22,2	35,1	29,8
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	31,1	20,3	33,0	28,1
		Вуксал Біо Аміноплант	33,3	21,3	34,5	29,7
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	33,8	21,1	34,1	29,7
		Вуксал Біо Аміноплант	35,6	23,1	39,5	32,7
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	29,3	20,4	31,3	27,0
		Вуксал Біо Аміноплант	30,4	21,5	32,8	28,2
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	33,1	21,2	34,9	29,7
		Вуксал Біо Аміноплант	35,6	23,7	37,1	32,1
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	31,9	20,2	33,8	28,6
		Вуксал Біо Аміноплант	34,0	23,1	36,6	31,3
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	33,5	22,8	35,1	30,5
		Вуксал Біо Аміноплант	35,9	24,0	40,3	33,4
HIP ₀₅			3,4	2,4	3,9	3,2

Найбільше значення досліджуваного показника у 2023 році отримано за позакореневого підживлення навесні та восени в поєднанні із застосуванням біостимулятора – антистресанта на оптимізованому фоні ґрунтового живлення (40,3 т/га). Найменший урожай 21,2 т/га в середньому за роки досліджень отримано у варіанті без застосування удобрення, максимальний – 33,4 т/га за внесення

розрахункової норми NPK, позакореневого підживлення навесні та восени азотом і бором та сумісного застосування біостимулятора – антистресанта.

Багатофакторним дисперсійним аналізом у 2021 році зафіксовано найвищу врожайність за внесення розрахункової норми добрив, що на 40 % переважало варіант де добрива не вносили (рис. 6.5.1). Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 7 % порівняно з проведенням підживлення восени та на 18 % порівняно з ділянками де підживлень не проводили. Застосування біостимулятора – антистресанта сприяло підвищенню врожайності на 6 %

У 2022 році значення показника за оптимізованого удобрення на 21 % переважало неудобрювані ділянки, позакореневе підживлення навесні та восени сприяло підвищенню врожайності плодів на 8 % порівняно з підживленням восени (рис. 6.5.2). Обробка дерев біостимулятором сприяла збільшенню врожайності на 8 % порівняно з обробкою дерев водою.

Врожайність плодів у 2023 році за внесення розрахункової норми добрив переважала майже на третину значення показника на неудобрюваних ділянках (рис. 6.5.3). Позакореневе внесення азоту та бору навесні та восени сприяло збільшенню врожайності плодів на 10 % порівняно з весняним підживленням та на 18 % порівняно з ділянками де не проводили підживлень. Також відмічена тенденція щодо підвищення врожайності при застосуванні біостимулятора – антистресанта.

Всередньому за роки досліджень (рис. 6.5.4) найвищу врожайність (31,9 т/га) отримано у 2023 році, що на 9 % більше отриманого у 2021 році значення та на 55 % результату 2022 року. Врожайність дерев за оптимізованого удобрення на 4 % перевищувало значення за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$, та на 32 % ділянки без удобрення. Виялена залежність щодо збільшення значення досліджуваного показника при проведенні позакореневого підживлення навесні та восени за сумісного внесення Вуксал Біо Амінопланту.

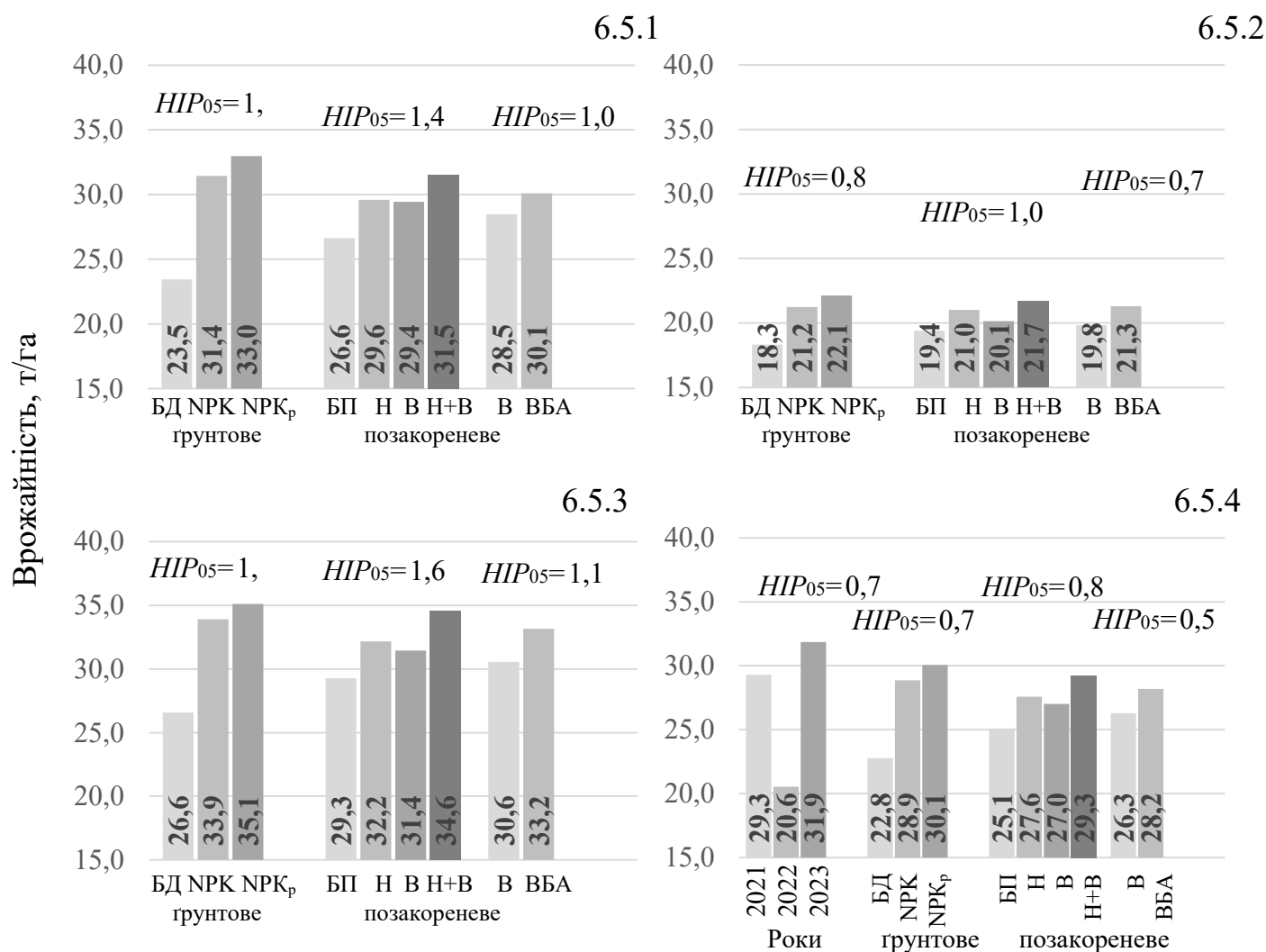


Рис.6.5.1 – 6.5.4. Врожайність плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_p – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 6.5.1 – 2021 р., 6.5.2 – 2022 р., 6.5.3 – 2023 р., 6.5.4 – 2021 – 2023 рр.

Сила впливу досліджуваних факторів по роках істотно різнилась (додаток Е.4). В 2021 році найбільший вплив на показник врожайності спричинено фактором «ґрунтове удобрення» на 71 %, фактор «позакоренево підживлення» вплинув на 12 %, а «внесення біостимулятора – антистресанта» на 3 %. На зміну значення досліджуваного показника у 2022 році вплинули фактори: «ґрунтове удобрення» на

47 %, «позакореневе підживлення» на 14 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» на 10 %. У 2023 році на показник врожайності мали вплив фактори: «грунтове удобрення» (60 %), «позакореневе підживлення» (15 %) та «внесення біостимулятора – антистресанта» (7 %).

Сильну кореляційну залежність врожайності насаджень виявлено з кількістю плодів ($r=0,99$), середньою масою плоду ($r=0,99$), об'ємом крони ($r=0,96$), приростом діаметру штамба ($r=0,96$), товарною якістю плодів ($r=0,92$), освоєнням деревами площі живлення ($r=0,89$), середню з кількістю пагонів ($r=0,47$).

Для характеристики інтенсивності плодоношення та продуктивності насаджень яблуні використовують показники: навантаження дерев плодами на одиницю площі поперечного перерізу діаметра штамбу, навантаження на одиницю площі листової поверхні та на одиницю об'єму крони.

За результатами наших досліджень (табл. 6.6) навантаження врожаю на 1 см² перерізу штамба дерев сорту Чемпіон Арно переважало за ґрунтового удобрення N₁₂₀P₉₀K₉₀ та NPK_{розрах.} сумісно з позакореневим підживленням навесні та восени (азот + бор) та внесенням біостимулятора – антистресанта – 0,57 кг/см², що майже вдвічі більше ніж значення показника на ділянках контрольного варіанту.

Багатофакторним дисперсійним аналізом (рис. 6.6.1) встановлено, що значення досліджуваного показника за оптимізованого удобрення переважало на 35 % значення показника на ділянках без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 23 % порівняно з контролем.

Найбільший вплив на значення досліджуваного показника мали фактори: «грунтове удобрення» на 44 %, «позакореневе підживлення» на 16 % (додаток Е.5).

Важливим показником, що характеризує роботу листового апарату є навантаження врожаєм на одиницю листової поверхні (кг/м²). Найбільше значення досліджуваного показника отримано за внесення в ґрунт N₁₂₀P₉₀K₉₀ сумісно з обробкою дерев біостимулятором – антистресантом (4,72 кг/м²). Значення показника

за оптимізованого удобрення було неістотно меншим порівняно з виробничим контролем.

Таблиця 6.6

Питома продуктивність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від удобрення та позакореневого підживлення (2023 р.)

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Показники продуктивності, кг		
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	на 1 см ² перерізу штамбу	на 1 м ² листкової поверхні	на 1 м ³ об'єму крони
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,30	4,11	4,52
		Вуксал Біо Аміноплант	0,38	4,17	4,82
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,39	4,19	4,67
		Вуксал Біо Аміноплант	0,37	4,06	4,85
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,34	4,06	4,53
		Вуксал Біо Аміноплант	0,40	4,00	4,88
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,38	4,01	4,81
		Вуксал Біо Аміноплант	0,40	4,04	5,07
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,42	4,58	5,05
		Вуксал Біо Аміноплант	0,42	4,72	5,38
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,46	4,44	5,35
		Вуксал Біо Аміноплант	0,48	4,47	5,65
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,42	4,48	5,43
		Вуксал Біо Аміноплант	0,50	4,60	5,65
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,53	4,51	5,72
		Вуксал Біо Аміноплант	0,57	4,63	6,16
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	0,41	4,34	5,28
		Вуксал Біо Аміноплант	0,45	4,34	5,54
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,53	4,51	5,84
		Вуксал Біо Аміноплант	0,48	4,48	6,09
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,49	4,32	5,57
		Вуксал Біо Аміноплант	0,54	4,59	5,79
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,50	4,05	5,48
		Вуксал Біо Аміноплант	0,57	4,31	6,04
HIP ₀₅			0,09	0,90	0,87

За даними дисперсійного аналізу (рис. 6.6.2) удобрення N₁₂₀P₉₀K₉₀ сприяло збільшенню питомої продуктивності на 12 % порівняно з контролем. Найбільше на зміну значення досліджуваного показника вплинув фактор «ґрунтове удобрення» - 15 % (додаток Е.6).

Одним з важливих показників, що характеризує продуктивність насаджень є

питома продуктивності з розрахунку на об'єм крони. Найбільше значення досліджуваного показника отримано за внесення в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$, позакореневого підживлення навесні та восени азотом і бором сумісно з обробкою дерев Вуксал Біо Аміноплантом – $6,16 \text{ кг/м}^3$. Внесення розрахункової норми добрив сумісно з позакореневим підживленням навесні та обробкою дерев біостимулятором – антистресантом сприяло неістотному зменшенню питомої продуктивності порівняно з виробничим контролем.

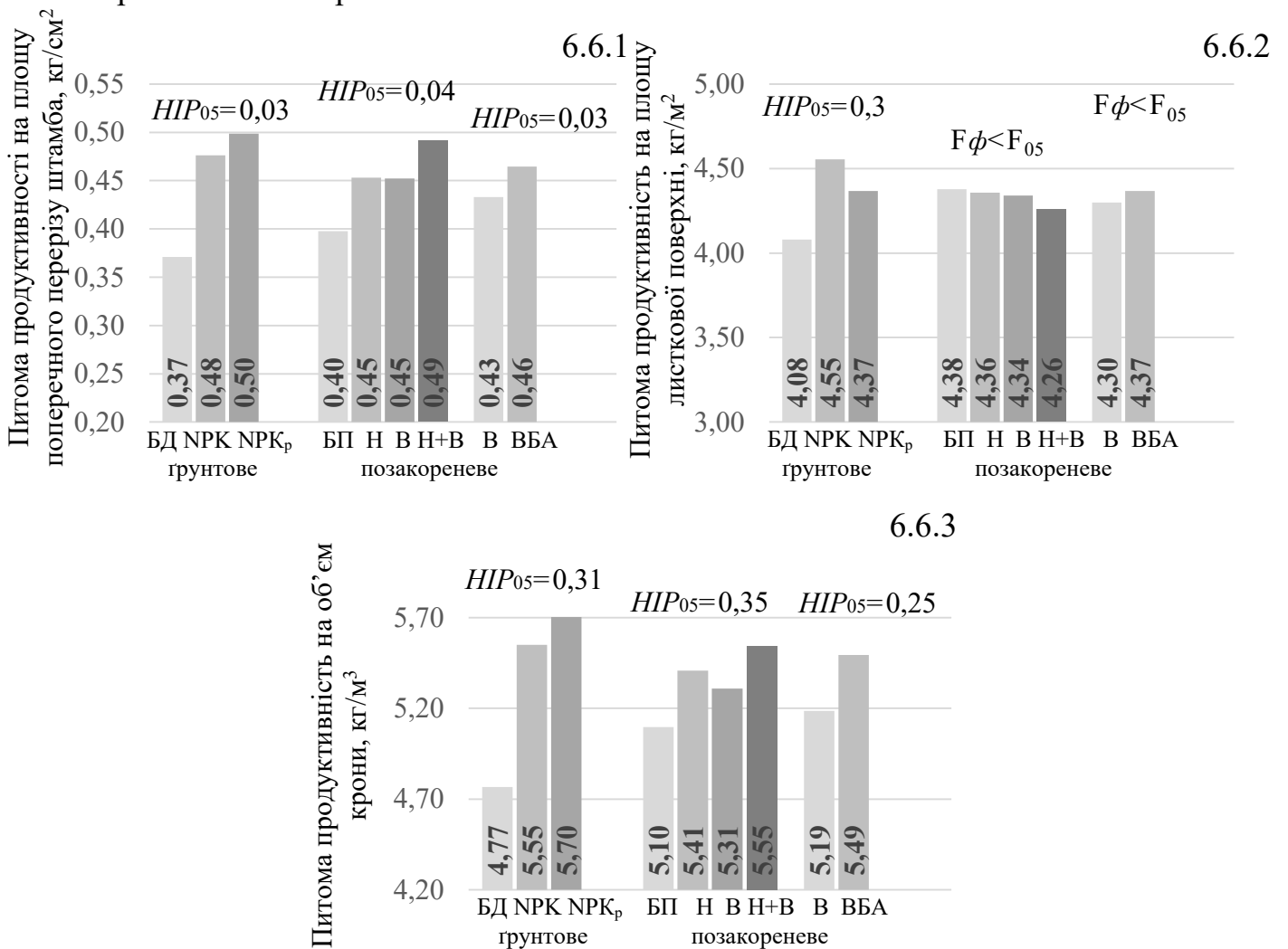


Рис.6.6.1 – 6.6.3 Питома продуктивність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, НРК – $N_{120}P_{90}K_{90}$, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА -

Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 6.6.1 – на 1 см² перерізу штамбу 6.6.2 на 1 м² листкової поверхні, 6.6.3 – на 1 м³ об'єму крони.

За даними багатofакторного дисперсійного аналізу (рис 6.6.3) оптимізоване ґрунтове живлення сприяло збільшенню значення показника на 19 % порівняно з контролем. Позакореневе підживлення навесні та восени (азот + бор) сприяло істотному збільшенню питомої продуктивності на 9 % порівняно з контролем. Також відмічена тенденція щодо збільшення значення досліджуваного показника при внесення біостимулятора – антистресанта.

На зміну значення питомої продуктивності на об'єм крони вплинули всі досліджувані фактори: «ґрунтове удобрення» на 40 %, «позакореневе підживлення» на 6 % та «внесення біостимулятора – антистресанта» на 6 % (додаток Е.7).

Висновки до розділу 6

1. Кількість квіток за ґрунтового удобрення N₁₂₀P₉₀K₉₀ на 9 % перевищило значення показника у варіанті без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом та бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з варіантом без підживлення.

2. При оптимізованому удобренні кількість зав'язі на 18 % переважала відповідне значення показника за відсутності удобрення. Позакореневе підживлення дерев навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з контролем (без підживлення), а обробка дерев біостимулятором на 5 % збільшила кількість зав'язі порівняно з обробкою дерев водою.

3. За оптимізованого ґрунтового удобрення виявлено збільшення рівня зав'язування плодів на 9 %, а при щорічному внесенні N₁₂₀P₉₀K₉₀ на 7 % порівняно з контролем (без добрив). Позакореневе підживлення азотом і бором навесні сприяло збільшенню рівня корисної зав'язі на 3 % порівняно з підживленням восени.

4. Внесення розрахункової норми NPK сприяло збільшенню навантаження дерев плодами на 20 % порівняно з неудобрюваними ділянками. Позакореневе підживлення

навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 12 % порівняно з ділянками без підживлень.

5. Врожайність дерев за оптимізованого удобрення на 4 % перевищувало значення показника за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$, та на 32 % ділянки без удобрення, позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню врожайності на 9 % порівняно з підживленням восени та на 17 % порівняно з контролем.

6. Питома продуктивність на площу поперечного перерізу штамба за оптимізованого удобрення переважала на 35 % значення показника на ділянках без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 23 % порівняно з контролем.

7. За ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ виявлено збільшенню питомої продуктивності з розрахунку на одиницю площі листкової поверхні на 12%, порівняно з ділянками без удобрення.

8. Оптимізоване ґрунтове живлення сприяло збільшенню питомої продуктивності з розрахунку на одиницю об'єму крони на 19 % порівняно з контролем. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло істотному збільшенню питомої продуктивності на 9 % порівняно з контролем. Також відмічена тенденція щодо збільшення значення досліджуваного показника при внесення Вуксал Біо Амінопланта.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДО РОЗДІЛУ VI

1. Яковенко Р.В., Трушев І. М. Урожайність і якість плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024. Вип. 104. Ч.1. С. 70 - 79. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-70-79

2. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Плодоношення яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення. *Матеріали XI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового*

виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни». (Оброшине, 10.11.2022) Львів, 2022. С. 102 – 103

3. Трушев І.М. Плодоношення дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від систем удобрення. The XIV International Scientific and Practical Conference "People and the world: global problems of human development". Prague, 2023. P. 21 – 24

РОЗДІЛ 7

ТОВАРНА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

Оцінюючи ефективність агротехнічних заходів, зокрема удобрення, за вирощування плодових насаджень, важливо враховувати їх вплив на якісні показники плодів за різними показниками.

7.1. Середня маса плодів яблуні

Важливим показником, що характеризує якість вирощеної продукції є середня маса плодів. За результатами проведених досліджень, виявлено істотний вплив ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення на середню масу плоду (табл. 7.1). У 2021 році найбільшою вона була за позакореневого підживлення навесні та восени азотом і бором сумісно з внесенням Вуксал Біо Амінопланту на фоні ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 156,3 г., що на 15 % переважало значення досліджуваного показника на контрольних ділянках.

Характеризуючи показники 2022 року можна відмітити, що середня маса плоду за внесення розрахункової норми NPK переважала на 8 % значення показника у варіанті без добрив. Максимального значення показника отримано при позакореневому підживленні навесні азотом та бором сумісно з обробкою дерев біостимулятором – антистресантом на фоні оптимізованого ґрунтового живлення – 170,3 г.

2023 рік характеризувався зменшенням середньої маси плодів по всіх досліджуваних варіантах. Найменшого значення досліджуваного показника отримано за позакореневого підживлення восени азотом та бором на неудобрюваному фоні – 109,6 г., що на 19 % нижче маси плоду за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) та внесення Вуксал Біо Амінопланту на фоні ґрунтового внесення розрахункової норми добрив. В середньому за три роки проведення досліджень середня маса плоду яблуні була в межах 132,0 – 153,1 г. набуваючи максимального

значення за позакореневого підживлення азотом і бором сумісно з біостимулятором - антистресантом на фоні внесення оптимізованої норми добрив.

Таблиця 7.1

Середня маса плодів яблуни сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, г.

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			Середнє за три роки	
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023		
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	135,7	149,3	110,9	132,0	
		Вуксал Біо Аміноплант	136,0	150,0	112,5	132,8	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	139,0	155,3	112,6	135,6	
		Вуксал Біо Аміноплант	140,0	156,3	110,8	135,7	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	138,7	152,0	109,6	133,4	
		Вуксал Біо Аміноплант	141,7	153,7	112,6	136,0	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	141,3	156,7	110,8	136,3	
		Вуксал Біо Аміноплант	142,0	158,7	113,2	137,9	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	142,0	160,3	118,0	140,1
			Вуксал Біо Аміноплант	146,0	163,0	117,6	142,2
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	144,7	162,3	120,2	142,4	
		Вуксал Біо Аміноплант	146,7	165,0	124,1	145,2	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	147,0	161,7	118,9	142,5	
		Вуксал Біо Аміноплант	155,0	164,0	119,8	146,3	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	152,0	164,0	123,0	146,3	
		Вуксал Біо Аміноплант	156,3	169,0	128,2	151,2	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	145,3	161,3	123,3	143,3
			Вуксал Біо Аміноплант	146,7	163,3	124,7	144,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	151,0	163,7	127,7	147,5	
		Вуксал Біо Аміноплант	154,3	170,3	129,3	151,3	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	148,0	162,7	127,2	145,9	
		Вуксал Біо Аміноплант	151,0	164,7	128,2	148,0	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	150,0	165,3	124,8	146,7	
		Вуксал Біо Аміноплант	155,0	168,3	135,9	153,1	
	HIP ₀₅			19,1	19,4	13,4	17,1

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що середня маса плоду у 2021 році істотно різнилась в залежності від варіантів ґрунтового удобрення, так внесення розрахункової норми добрив сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 8 % порівняно з ділянками без удобрення (рис. 7.1.1). У 2022 та 2023 роках спостерігалась подібна тенденція щодо зміни середньої маси плоду в

залежності від варіантів удобрення. Так оптимізоване ґрунтове живлення сприяло підвищенню значення показника на 7 та 14 % порівняно з контролем (без добрив). Також спостерігалась тенденція щодо змін середньої маси плоду при позакореновому підживленні азотом і бором та внесенні біостимулятора – антистресанта (рис 7.1.2, рис.7.1.3).

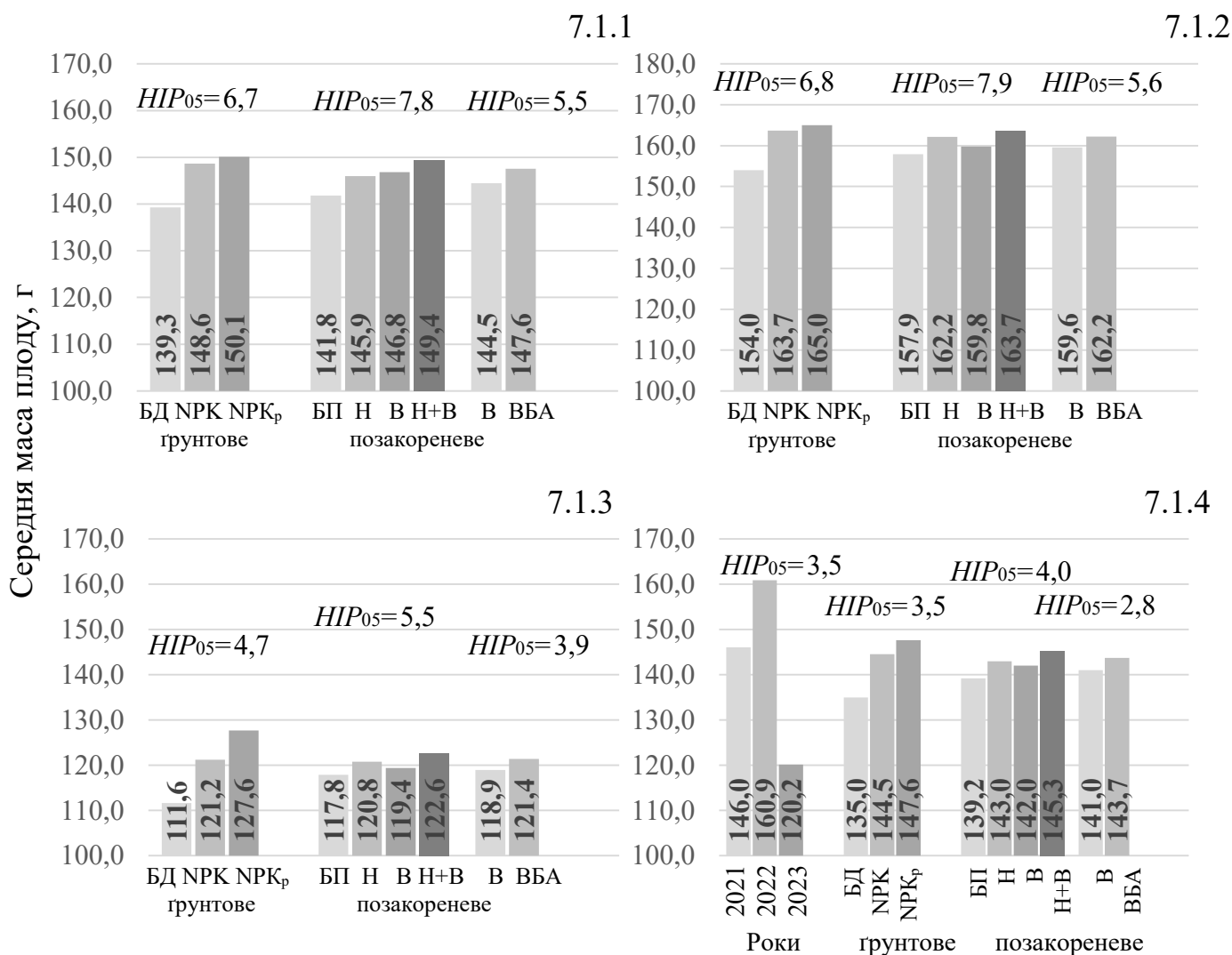


Рис.7.1.1 – 7.1.4. Середня маса плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакоренового підживлення: (БД – без добрив, НРК – N₁₂₀P₉₀K₉₀, НРК_р – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 7.1.1 – 2021 р., 7.1.2 – 2022 р., 7.1.3 – 2023 р., 7.1.4 – 2021 – 2023 рр.

Всередньому за період проведення досліджень середня маса плоду яблуні істотно різнилась та переважала у 2021 та 2022 роках, відповідно на 21 і 24 %. 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 (рис. 7.1.4).

У 2021 році найбільший вплив на масу плоду мав фактор «грунтове удобрення» – 18 %, фактор «позакореневе підживлення» вплинув лише на 6 % (додаток Ж.1). У 2022 році на зміну значення досліджуваного показника вплинули фактори : «грунтове удобрення» – 19 % та «позакореневе підживлення» – 4 %. У 2023 році відмічено суттєве збільшення впливу на досліджуваний показник фактору «грунтове удобрення» – 45 %.

Виявлено сильну кореляційну залежність середньої маси плоду з урожайністю ($r=0,99$), кількістю плодів ($r=0,97$), об'ємом крони ($r=0,95$), товарною якістю плодів ($r=0,91$), вмістом сухих розчинних речовин ($r=0,71$).

7.2. Товарність плодів яблуні

Вихід товарної продукції залежить від сортових особливостей, розміру та маси плодів, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, а також агротехнічних прийомів, зокрема застосування добрив у плодкових насадженнях [171]. За результатами проведених досліджень плоди вищого та першого товарних сортів склали основну частину отриманого врожаю яблук.

У 2021 році найвищий сумарний вихід плодів вищого та першого товарних сортів отримано за оптимізованого ґрунтового живлення в поєднанні з позакореневим підживленням навесні та восени азотом і бором – 77,4 % та у варіанті з внесенням в ґрунт $N_{120}P_{90}K_{90}$ та позакореневим підживленням навесні та восени сумісно з обробкою дерев Вуксал Біо Аміноплантом – 77,2 %. Найменший показник отримано за відсутності ґрунтового удобрення з позакореневим підживленням восени азотом і бором – 67,2 %.

У 2022 році значення досліджуваного показника переважало за позакореневого підживлення навесні та восени сумісно з внесенням біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ та розрахункової норми NPK – 81,3 та 80,9 %, що істотно перевищувало значення показника у варіанті абсолютного контролю. Подібна тенденція щодо збільшення виходу плодів вищого та першого товарних сортів спостерігалась у 2023 році, так найвищий вихід був за оптимізованого ґрунтового живлення та позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) сумісно з обробкою дерев Вуксал Біо Аміноплантом – 83,6 %.

Сумарний вихід вищого і першого товарних сортів плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			Середнє за три роки
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	70,3	75,5	77,2	74,3
		Вуксал Біо Аміноплант	71,3	76,3	77,4	75,0
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	72,4	76,1	79,2	75,9
		Вуксал Біо Аміноплант	72,9	77,2	79,2	76,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	67,2	75,4	77,9	73,5
		Вуксал Біо Аміноплант	69,6	75,8	78,7	74,7
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	74,3	76,7	80,5	77,2	
	Вуксал Біо Аміноплант	75,1	77,8	81,0	77,9	
$N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	73,7	77,9	79,2	76,9
		Вуксал Біо Аміноплант	75,0	78,4	79,8	77,7
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	74,6	79,1	80,4	78,0
		Вуксал Біо Аміноплант	75,6	79,0	80,8	78,5
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	74,3	78,4	79,4	77,4
		Вуксал Біо Аміноплант	74,4	78,7	80,1	77,7
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	75,3	80,6	81,6	79,2	
	Вуксал Біо Аміноплант	77,2	81,3	82,2	80,2	
NPK розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	74,4	78,4	80,7	77,8
		Вуксал Біо Аміноплант	74,7	79,0	81,3	78,3
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	75,6	79,3	81,8	78,9
		Вуксал Біо Аміноплант	75,4	79,5	82,1	79,0
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	74,6	78,2	81,1	78,0
		Вуксал Біо Аміноплант	75,3	79,0	82,2	78,9
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	77,4	79,9	82,8	80,0	
	Вуксал Біо Аміноплант	76,6	80,9	83,6	80,3	
HIP ₀₅			6,1	5,6	6,0	5,7

Пересічно за роки досліджень найвищий вихід плодів вищого та першого товарних сортів отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) сумісно з внесенням біостимулятора – антистресанта на фоні ґрунтового удобрення розрахунковою нормою NPK – 80,3 %. Спостерігалось зменшення значення досліджуваного показника за щорічного внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$, хоча воно було неістотним. Найнижчий показник товарності плодів отримано у варіанті з позакореневим підживленням восени азотом і бором на неудобрюваному ґрунтовому фоні – 73,5 %.

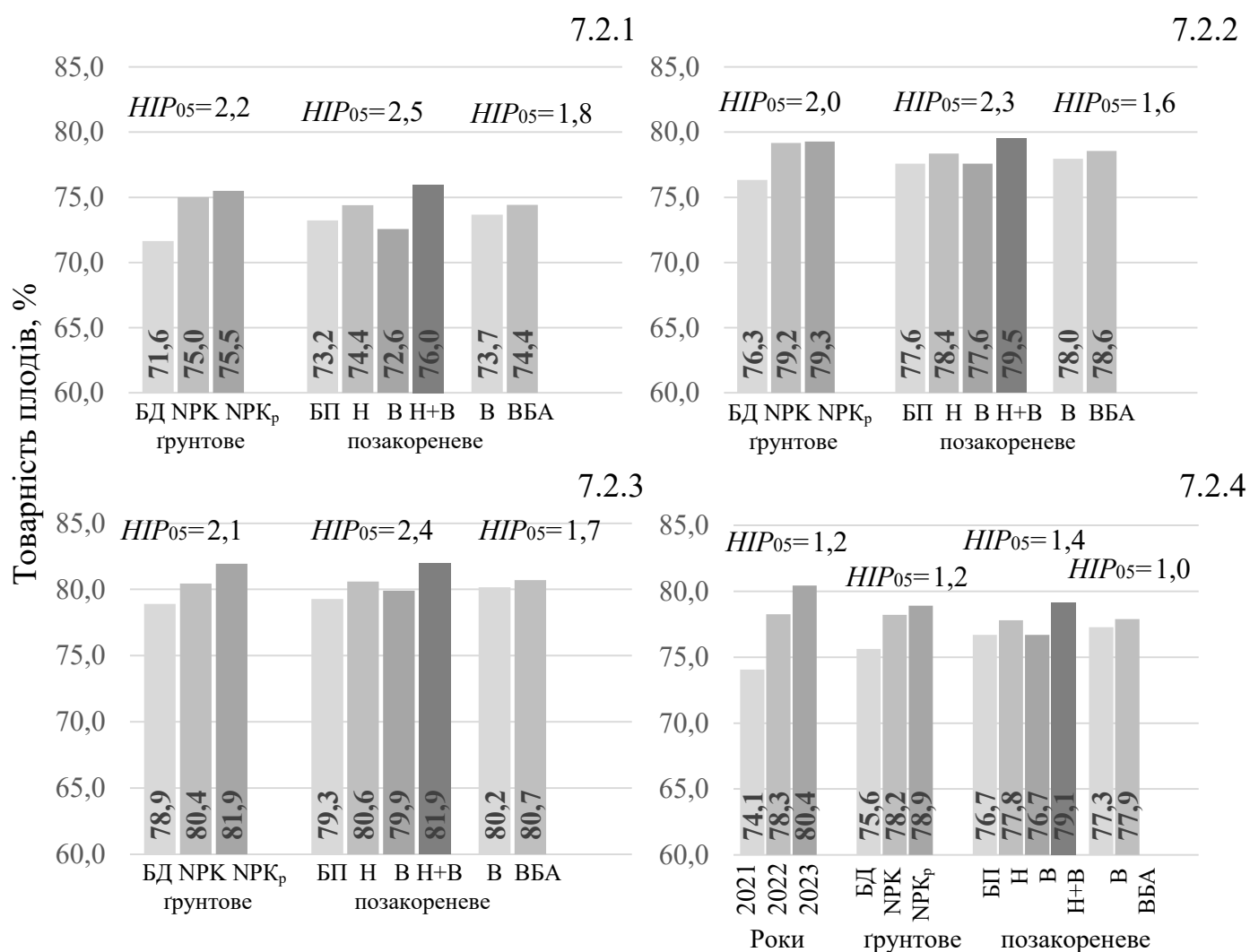


Рис.7.2.1 – 7.2.4. Сумарний вихід вищого і першого товарних сортів плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – $N_{120}P_{90}K_{90}$, NPK_р – NPK_{розрахунковий}, БП – без

підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 7.2.1 – 2021 р., 7.2.2 – 2022 р., 7.2.3 – 2023 р., 7.2.4 – 2021 – 2023 рр.

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що товарність плодів у 2021 році за оптимізованого удобрення переважала на 5 % контрольний варіант (рис. 7.2.1). Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло підвищенню товарності плодів на 5 % порівняно з підживленням восени.

У 2022 році значення досліджуваного показника переважало за внесення розрахункової норми добрив та позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) (рис. 7.2.2). При внесенні біостимулятора – антистресанта істотних змін не спостерігалось. Товарність плодів у 2023 році переважала за оптимізованого ґрунтового живлення на 4 % варіант без удобрення, а позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло більшому виходу плодів вищого та першого товарних сортів на 3 % порівняно з контролем (рис. 7.2.3).

Товарність плодів всередньому за роки досліджень істотно різнилась та переважала у 2023 році (80,4 %), що значно перевищувало значення показника в попередні роки досліджень (рис. 7.2.4). Щорічне внесення розрахункової норми добрив сприяло покращенню товарності плодів на 4 % порівняно з контролем (без удобрення). Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло істотному збільшенню виходу плодів вищого та першого товарних сортів порівняно з рештою досліджуваних варіантів. Відмічена тенденція щодо покращенню товарності плодів при обробці дерев біостимулятором – антистресантом.

Сила впливу досліджуваних факторів по роках істотно різнилась (додаток Ж.2), так у 2021 році найбільший вплив на зміну товарності плодів мали фактори: «ґрунтове удобрення» – 20 % та «позакореневе підживлення» – 11 %. Зміну значення показника у 2022 році спричинено факторами: «ґрунтове удобрення» на 18 % та «позакореневе

підживлення» на 6 %. У 2023 році на показник товарності плодів впливали фактори: «грунтове удобрення» на 14 %, «позакореневе підживлення» – 9 %.

Сильну кореляційну залежність товарності плодів виявлено з кількістю плодів ($r=0,93$), урожайністю ($r=0,92$), середньою масою плоду ($r=0,91$), площею листкової поверхні на гектарі ($r=0,91$), приростом діаметра штамбу ($r=0,90$).

7.3. Хімічний склад яблук

Одним із ключових факторів, що впливає на поживну цінність плодів яблук, є його хімічний склад. Він залежить від ряду чинників, а саме: погодніх умов, фази збору плодів і мінерального живлення. Незбалансоване живлення, особливо азотними добривами негативно впливає на якісні показники плодів [172, 173].

В результаті наших досліджень проведених упродовж 2021 – 2023 років, вміст сухих розчинних речовин найвищим був у варіанті оптимізованого ґрунтового живлення та позакореневим підживленням азотом і бором та сумісним внесенням біостимулятора – антистресанта (табл. 7.3, додаток Ж.3).

Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що вміст сухих розчинних речовин у плодах за роки досліджень істотно різнився та переважав у 2022 році – 13,0 % (рис. 7.3.1, додаток Ж.4). Внесення розрахункової норми добрив сприяло збільшенню значення показника на 8 % порівняно з контролем. При позакореневому підживленні навесні та восени (азот + бор) на 11 % підвищився вміст сухих розчинних речовин у плодах, порівняно з контролем (без підживлення). Обробка дерев Вуксал Біо Аміноплантом сприяла збільшенню значення досліджуваного показника на 7 % порівняно з контролем (вода).

Сильну кореляційну залежність вмісту сухих розчинних речовин виявлено з кількістю плодів ($r=0,74$), урожайністю ($r=0,73$), освоєнням площі живлення ($r=0,75$), кількістю листя ($r=0,86$).

Вміст цукрів у плодах є ключовим показником їх якості, оскільки вони покращують смакові властивості та забезпечують триваліший термін зберігання. За період проведення досліджень вміст цукрів в плодах збільшувався при застосуванні

грунтового удобрення та позакореневого підживлення, така тенденція спостерігалась в інших дослідженнях з удобренням яблуні [69,137,163].

Таблиця 7.3

Показники хімічного складу плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від грунтового удобрення та позакореневого підживлення (середнє за 2021 – 2023 рр.), %

Ґрундове удобрення	Позакоренево		Сухі розчинні речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта			
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	9,3	7,3	0,32
		Вуксал Біо Аміноплант	10,2	7,9	0,31
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	9,9	7,7	0,35
		Вуксал Біо Аміноплант	10,7	8,3	0,35
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	11,1	8,6	0,29
		Вуксал Біо Аміноплант	11,3	8,8	0,33
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,9	8,5	0,32
		Вуксал Біо Аміноплант	11,5	9,0	0,28
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	10,1	7,9	0,33
		Вуксал Біо Аміноплант	10,9	8,5	0,28
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	10,9	8,5	0,33
		Вуксал Біо Аміноплант	11,5	9,0	0,33
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,7	8,3	0,31
		Вуксал Біо Аміноплант	11,4	8,9	0,33
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,9	8,5	0,32
		Вуксал Біо Аміноплант	11,7	9,1	0,32
NPK розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	11,0	8,6	0,33
		Вуксал Біо Аміноплант	11,1	8,6	0,32
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	10,9	8,5	0,32
		Вуксал Біо Аміноплант	11,7	9,1	0,32
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	11,1	8,7	0,30
		Вуксал Біо Аміноплант	12,4	9,7	0,31
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	11,7	9,1	0,32
		Вуксал Біо Аміноплант	12,4	9,7	0,32
HIP ₀₅			0,8	0,7	0,04

В середньому за період проведення досліджень вміст цукрів залежно від варіанту живлення коливався в межах 7,3 – 9,7 %, та максимального значення показника отримано за оптимізованого грунтового удобрення та позакореневого підживлення

азотом і бором сумісно з обробкою дерев Вуксал Біо Аміноплантом в строки: восени та навесні й восени (табл. 7.3)

За даними дисперсійного аналізу, всередньому за роки досліджень вміст цукрів у плодах переважав у 2022 році та становив 10,1 %, що на 25 % перевищувало значення показника у 2021 році та на 33 % у 2023 році (рис. 7.3.2). За оптимізованого ґрунтового живлення вміст цукрів на 8 % переважав відповідне значення на ділянках без удобрення. Позакореневе підживлення насаджень навесні та восени сприяло підвищенню цукристості плодів на 11 % порівняно з контролем (без підживлення). Застосування Вуксал Біо Амінопланту сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 7 % порівняно з контролем. Виявлено сильну кореляційну залежність вмісту цукрів у плодах з кількістю плодів ($r=0,74$), урожайністю ($r=0,73$), середньою масою плоду ($r=0,71$) та оберненою залежність з кислотністю плодів ($r= - 0,27$).

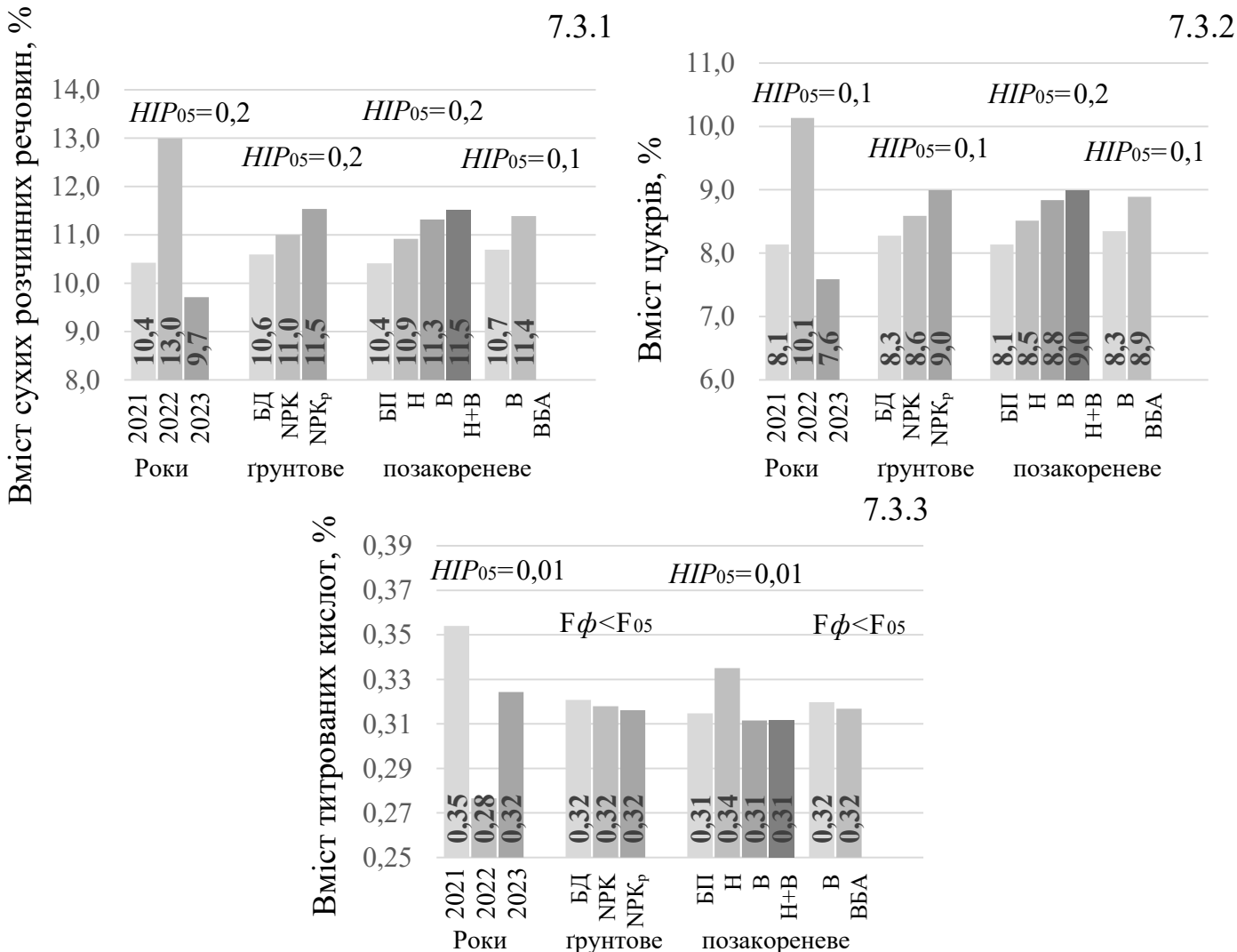


Рис.7.3.1 – 7.3.4. Хімічний склад плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення (середнє за 2021 – 2023 рр.): (БД – без добрив, NPK – $N_{120}P_{90}K_{90}$, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: 7.3.1 – вміст сухих розчинних речовин, 7.3.2 – вміст цукрів, 7.3.3 – вміст титрованих кислот.

Органічні (титровані) кислоти значною мірою впливають на смак плодів. На відміну від інших речовин, кислотність піддається більшій зміні під впливом погодних умов в процесі дозрівання яблук [175].

За роки проведення досліджень не виявлено істотного впливу систем удобрення на вміст титрованих кислот у плодах (табл. 7.3, додаток Ж.9). Відмічена лише тенденція щодо підвищення кислотності плодів при позакореновому підживленні навесні азотом та бором на неудобрюваному ґрунтовому фоні. Багатофакторним дисперсійним аналізом встановлено, що значення досліджуваного показника переважало у 2021 році на 25 % значення показника за 2022 рік. Ґрунтове удобрення не мало впливу на зміну значення показника, а позакореневе підживлення навесні сприяло збільшенню вмісту титрованих кислот у плодах на 10 % порівняно з рештою варіантів підживлення.

7.4. Структура паренхіми плодів

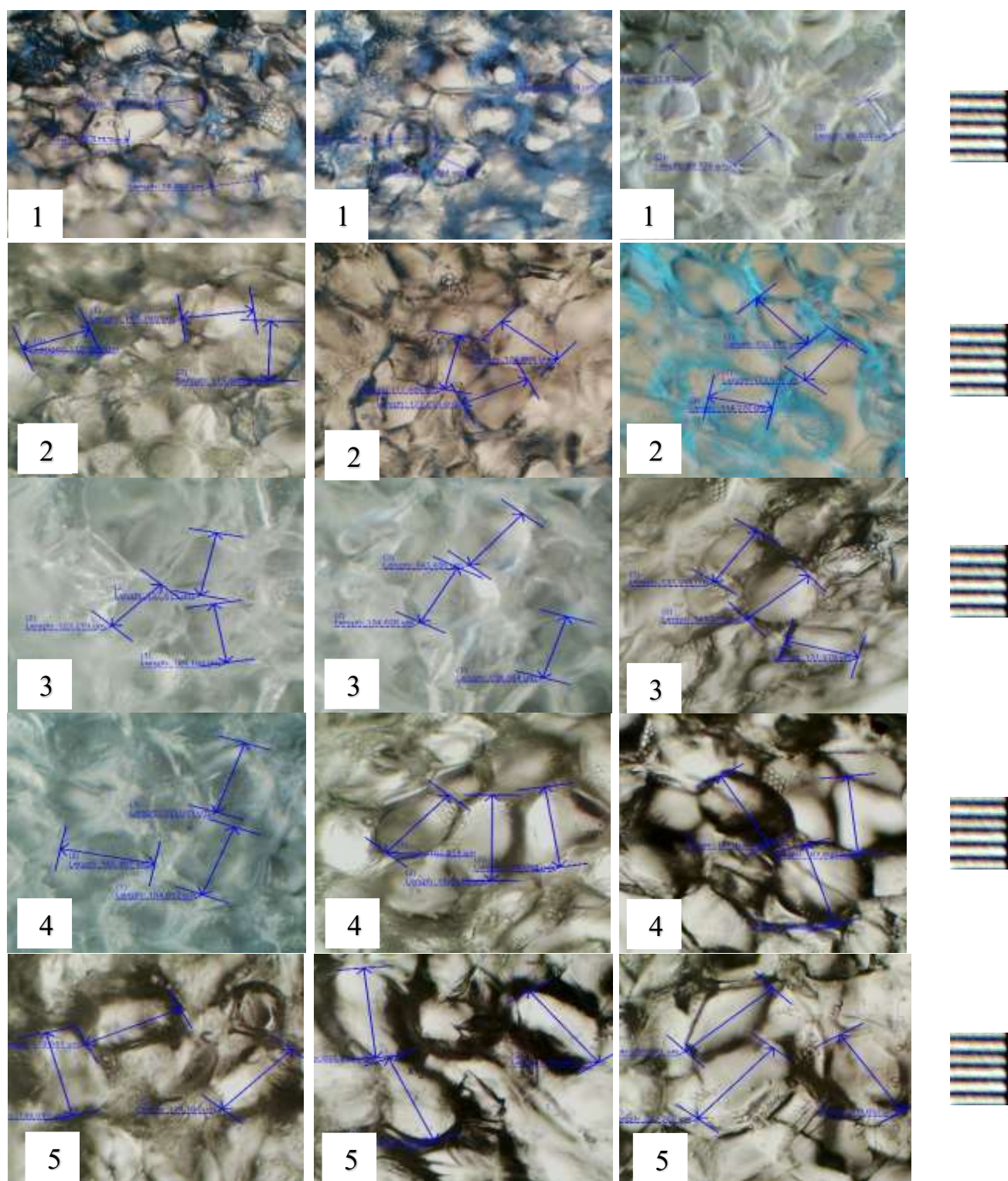
Поглинання ґрунтовим комплексом поживних елементів та їх переміщення в рослині є факторами, що впливають на формування генеративних органів та якість плодів. Основна задача ефективної системи живлення насаджень яблуні – це забезпечення оптимальних умов для досягнення високих урожаїв, а також підтримка фізіологічних та біохімічних процесів, що сприяють отриманню плодів високої якості [56, 175 - 177]. Вивчення анатомічної структури плодів є важливим для визначення їхньої придатності до транспортування та тривалого зберігання. Важливий теоретичний аспект також полягає у визначенні розмірів паренхімних клітин м'якуша

плодів, щоб оцінити смакові властивості свіжих плодів [178,179]. В сучасній садівничій літературі недостатньо дослідницьких робіт, присвячених вивченню структури паренхіми плодів яблуні в залежності від мінерального живлення.

Згідно даних, отриманих в процесі лабораторних досліджень плодів яблуні сорту Чемпіон Арно видно, що ґрунтове удобрення по різному впливало на досліджуваний показник. На початку їх росту – 10 липня всі варіанти досліду мали клітини майже однакового розміру, з неістотним переважанням у варіанті оптимізованого удобрення на 9,2 мкм порівняно з контролем (рис.7.4). Ця закономірність може бути обґрунтована поділом клітин плодів, які завершуються в цей період, тому суттєвого впливу мінеральне живлення на розміри не виявлено. При повторному дослідженні плодів яблуні через 14 днів відмічено неістотне збільшення розміру клітин у варіантах виробничого контролю за щорічного внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ та у варіанті з внесенням розрахункової норми добрив – на 5,3 та 5,1 мкм порівняно з контролем.

В першій декаді серпня (07.08) відмічено чітке формування та збільшення клітин по всіх досліджуваних варіантах з незначним переважанням у варіанті з внесенням $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль) та у варіанті з оптимізованим ґрунтовим живленням. При анатомічному дослідженні в третій декаді серпня (21.08) відбулось значне збільшення розмірів клітин паренхіми та їх видовження у варіанті виробничого контролю – 172,2 мкм та за внесення розрахункової норми NPK – 172,6 мкм, що на 9 % переважало варіант без добрив. Порівняльний аналіз зрізів, проведений у заключний період досліджень (4 вересня), виявив переважання розмірів клітин у обох варіантах ґрунтового удобрення що на 17,0 та 20,5 мкм переважало значення показника за контролю.

Отже, аналізуючи дані анатомічної будови плодів яблуні сорту Чемпіон Арно можна стверджувати, що на початкових етапах формування плодів додаткове мінеральне живлення майже не впливає на розміри паренхімних клітин. У подальшому, під час росту плодів, мінеральні добрива сприяють збільшенню параметрів клітин паренхіми.



Без добрив (контроль) $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль) NPK розрахунковий
 1 – 10.07.2023р.; 2 – 24.07.2023р.; 3 – 07.08.2023р.; 4 – 21.08.2023р.; 5 – 04.09.2023р.

Рис. 7.4 Структура паренхімних клітин плодів яблуни сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення. Поділка шкали відповідає 0,1 мм.

Висновки до розділу 7

1. Застосування оптимізованого ґрунтового удобрення сприяло збільшенню маси плоду на 9 % порівняно з контролем (без добрив). Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню значення показника на 4 % порівняно з ділянками без підживлень.

2. Найвищий вихід плодів вищого та першого товарних сортів отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) сумісно з внесенням Вуксал Біо Амінопланту на фоні ґрунтового удобрення розрахунковою нормою NPK – 80,3 %, що сприяло збільшенню значення досліджуваного показника порівняно з контролем на 8 %.

3. Вміст сухих розчинних речовин у плодах яблуні за внесення розрахункової норми добрив переважав на 8 % значення показника на ділянках без удобрення. При позакореновому підживленні навесні та восени азотом і бором на 11 % підвищився вміст сухих розчинних речовин у плодах, порівняно з контролем (без підживлення). Обробка дерев біостимулятором - антистресантом сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 7 % порівняно з контролем (вода).

4. Вміст цукрів переважав за оптимізованого ґрунтового живлення на 8 % порівняно з контролем. Позакореневе підживлення насаджень навесні та восени сприяло підвищенню вмісту цукру в плодах на 11 % порівняно з контролем (без підживлення). Застосування Вуксал Біо Амінопланту сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 7 % порівняно з обробкою дерев водою.

5. Позакореневе підживлення навесні, на фоні ґрунтового удобрення, сприяло збільшенню вмісту титрованих кислот у плодах на 10 % порівняно з рештою варіантів підживлення. Внесення добрив у ґрунт істотного впливу на досліджуваний показник не мало.

6. Внесення мінеральних добрив на початкових етапах формування плодів (липень місяць) майже не впливає на розміри паренхімних клітин. У подальшому, під

час росту плодів, мінеральні добрива сприяють збільшенню параметрів клітин паренхіми.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДО РОЗДІЛУ VII

1. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Якісні показники плодів яблуні сорту чемпіон Арно залежно від систем удобрення. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва: матеріали доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених*. Миколаїв, 2024. С. 49 – 51

2. Trushev I.M. Quality indicators of Champion Arno apple fruits depending on optimized fertilizer. *XXVIII International scientific and practical conference «Prospects of Innovative Development in Science and Technology»*. Gothenburg, 2024. P. 15 – 17.

РОЗДІЛ 8

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗА ГРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

В умовах ринкових змін промислове садівництво стикається з першочерговим завданням отримання прибутку. Ефективне функціонування галузі залежить від впровадження інноваційних підходів на підприємствах, що дозволяє підвищити їх конкурентоспроможність та забезпечити високу рентабельність. Це досягається шляхом впровадження передових систем ведення культури, серед яких важливе місце займає раціональна система удобрення [133, 180]. Основними критеріями для оцінки економічної ефективності виробництва плодової продукції є прибутковість і рентабельність, які відображають доцільність вирощування культури при реалізації відповідних агротехнічних заходів [181]. Згідно з дослідженнями і практичним досвідом, науково обґрунтоване внесення добрив у садах дозволяє підвищити врожайність на 30–50 %. Це забезпечує ефективне використання ресурсів і дозволяє насадженням інтенсивного типу повністю реалізувати свій потенціал [13, 21].

Для оцінки економічної ефективності вирощування насаджень яблуні у період плодоношення та росту застосовуючи різні системи удобрення та позакореневе підживлення використовували загальноприйняті показники: урожайність з одиниці площі, виробничі витрати, повна собівартість однієї тони плодів, середня ціна реалізації, умовна сума чистого доходу та розрахунковий рівень рентабельності. Тарифні ставки оплати праці, ціни на добрива, паливно-мастильні матеріали і яблука в розрахунки брали такі, які діяли у 2023 році.

Виробничі витрати на догляд за насадженнями яблуні варіювали залежно від досліджуваних варіантів (табл. 8.1). Найбільшими вони були у варіанті виробничого контролю, де щорічно вносили $N_{120}P_{90}K_{90}$ та позакореневим підживленням навесні та восени азотом і бором й сумісним застосуванням біостимулятора – антистресанта, що на 363,4 тис. грн більше ніж у контрольному варіанті. Застосування оптимізованого

грунтового удобрення зменшило суму виробничих витрат на 16,3 тис. грн порівняно з виробничим контролем.

У зв'язку із різним відсотковим співвідношенням виходу товарних сортів змінювалась і ціна реалізації продукції (додаток И – И.2). Так, плоди за оптимізованого удобрення мали більший сумарний вихід вищого та першого товарного сорту, що сприяло вищій ціні реалізації плодів в межах 11,5 – 11,6 тис. грн/т. При цьому плоди з контрольного варіанту удобрення реалізували за ціною 11,4 – 11,5 тис. грн/т.

Незважаючи на вищі виробничі затрати, собівартість плодів у варіанті виробничого контролю та за оптимізованого удобрення була нижча ніж у контрольному варіанті. Так собівартість 1 тони плодів за внесення розрахункової норми добрив становила 4,49 тис. грн, що на 20 % менше ніж у варіанті виробничого контролю. Позакореневе підживлення азотом і бором, залежно від строку проведення, сприяло зменшенню собівартості на 88,9 – 350,7 грн/т.

Найвищу вартість вирощеної продукції отримано за оптимізованого ґрунтового живлення – 310,3 тис. грн/га, що на 28 % переважало значення показника за контролю (без добрив). При цьому максимальне значенням показника отримано при позакореневому підживленні навесні та восени азотом і бором за сумісного внесення Вуксал Біо Амінопланту на фоні внесення розрахункової норми NPK – 385,8 тис. грн/га.

Одним з основних показників ведення садівництва є прибутковість від застосування того чи іншого агрозаходу. Найменший прибуток від реалізації плодів отримано у контрольному варіанті (без добрив) – 126,6 тис.грн, це пов'язано з найнижчою урожайністю плодів та нижчою товарністю врожаю. Сума прибутку за виробничого контролю (N₁₂₀P₉₀K₉₀) та за внесення розрахункової норми добрив значно перевищувало контроль на 22 та 49 %. Найбільший прибуток отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) та сумісного внесення

Таблиця 8.1

Економічна ефективність вирощування насаджень яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення (середнє за 2021 – 2023 рр.)

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Показник						
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	Урожайніс ть, т/га	Ціна 1 т, тис. грн	Вартість продукції, тис. грн/га	Витрати на виробницт во, тис.грн/га	Собівартіс ть 1 т, грн	Сума прибутку, грн/га	Рівень рентабельн ості, %
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	21,2	11,43	242,1	115,5	5,45	126,6	109,7
		Вуксал Біо Аміноплант	21,9	11,44	250,8	118,4	5,30	132,4	111,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	22,8	11,46	261,0	117,2	5,14	143,9	122,8
		Вуксал Біо Аміноплант	23,4	11,47	268,0	120,5	5,16	147,5	122,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	22,1	11,41	252,0	118,4	5,36	133,6	112,8
		Вуксал Біо Аміноплант	23,0	11,43	263,4	119,4	5,18	144,0	120,6
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	23,8	11,48	273,5	121,4	5,10	152,0	125,2	
	Вуксал Біо Аміноплант	24,7	11,50	284,0	122,5	4,96	161,5	131,9	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	25,5	11,48	292,5	137,7	5,40	154,8	112,4
		Вуксал Біо Аміноплант	27,3	11,49	314,0	139,4	5,10	174,6	125,2
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	27,9	11,50	321,2	137,2	4,91	184,0	134,1
		Вуксал Біо Аміноплант	29,8	11,51	343,0	142,7	4,79	200,3	140,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	28,1	11,49	323,3	141,1	5,01	182,2	129,2
		Вуксал Біо Аміноплант	29,7	11,49	341,5	143,6	4,83	197,9	137,9
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	29,7	11,52	341,7	148,8	5,02	192,9	129,6	
	Вуксал Біо Аміноплант	32,7	11,54	377,9	151,8	4,64	226,1	148,9	
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	27,0	11,50	310,3	121,3	4,50	189,0	155,8
		Вуксал Біо Аміноплант	28,2	11,51	324,7	124,4	4,41	200,4	161,1
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	29,7	11,52	342,3	125,2	4,21	217,2	173,5
		Вуксал Біо Аміноплант	32,1	11,52	370,2	126,3	3,93	243,9	193,1
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	28,6	11,50	329,4	125,0	4,36	204,4	163,6
		Вуксал Біо Аміноплант	31,3	11,52	360,0	126,4	4,04	233,6	184,9
Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	30,5	11,54	351,7	128,4	4,21	223,3	173,9	
	Вуксал Біо Аміноплант	33,4	11,55	385,8	131,5	3,94	254,3	193,4	

біостимулятора – антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового живлення – 254,3 тис. грн, що вдвічі більше ніж у контрольному варіанті (без добрив).

Одним з ключових показників економічної ефективності вирощування насаджень яблуні є також рівень рентабельності. За оптимізованого удобрення він становив - 155,8 %, а у варіанті виробничого контролю – лише 112,4 %, при цьому найнижчу рентабельність отримано у варіанті абсолютного контролю (без добрив) – 109,7 %. За позакореневого підживлення навесні рівень рентабельності становив – 122,8 %, що на 10,0 % переважало проведення підживлення восени, та на 13,1 % варіант без підживлення. Внесення біостимулятора – антистресанта сприяло збільшенню рівня рентабельності на 2,2 % порівняно з обробкою дерев водою (контроль). Найвищий рівень рентабельності отримано за підживлення навесні та восени азотом і бором сумісно з внесенням Вуксал Біо Амінопланта на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення – 193,4 %.

Висновки до розділу 8

1. Отримано найбільший прибуток за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) та сумісного внесення біостимулятора – антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового живлення – 254,3 тис. грн, що вдвічі більше ніж у контрольному варіанті (без добрив) та на 64 % ніж у варіанті виробничого контролю ($N_{120}P_{90}K_{90}$).

2. Рівень рентабельності за оптимізованого удобрення становив – 155,8 %, що на 43,4 % більше ніж за виробничого контролю. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором на фоні оптимізованого внесення добрив на 18,1 % підвищило рівень рентабельності порівняно з ділянками без підживлення. Внесення біостимулятора – антистресанта (Вуксал Біо Амінопланта) сприяло збільшенню рівня рентабельності, залежно від фону внесення на 2,2 – 19,5 %. Найнижчий рівень рентабельності отримано у варіанті абсолютного контролю (без добрив) – 109,7 %.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено технологічне вирішення наукового завдання з підвищення продуктивності незрошуваних насаджень яблуні на середньорослій підщепі за рахунок позакореневого підживлення азотом і бором в поєднанні із застосуванням біостимулятора-антистресанта (Вуксал Біо Аміноплант) на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення NPK в умовах Правобережного Лісостепу України. За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

3. Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури не дає повної відповіді на питання про вплив добрив, особливо за позакореневого підживлення яблуні, на ріст, розвиток, продуктивність та хімічний склад листя і плодів.

4. Оптимізоване удобрення зумовлює підвищення вмісту рухомих форм азоту, фосфору та калію в ґрунті. Вміст мінерального азоту (за нітрифікаційною здатністю) в удобрюваному ґрунті був вищий порівняно з контрольним варіантом (без добрив) на 1 мг/кг ґрунту за внесення розрахункової норми добрив та на 1,5 мг/кг ґрунту у варіанті виробничого контролю (N₁₂₀P₉₀K₉₀). Вміст рухомих форм фосфору у ґрунті знаходився в оптимальних межах на всіх ділянках (153 – 164 мг/кг), при цьому щорічне внесення фосфору з нормою 90 кг/га д.р. у варіанті виробничого контролю сприяло підвищенню вмісту даного елемента у шарі 0 – 60 см на 11 мг/кг порівняно з контролем (без добрив), за оптимізованого живлення вміст фосфору залишався майже на одному рівні з контролем, незважаючи на вищу продуктивність насадження. У контрольному варіанті, де добрива в ґрунт не вносили впродовж років досліджень відбулось незначне зниження вмісту обмінного калію. У варіантах, зі щорічним внесенням калію в нормі 90 кг/га д.р. та з розрахунковим внесенням добрив в нормі 58 – 116 кг/га д.р. спостерігалось незначне підвищення вмісту K₂O в кореневмісному шарі, але цього було недостатньо для отримання оптимальних показників.

5. Приріст діаметру штамбу дерев за оптимізованого удобрення на 32 % переважав контрольний варіант (без добрив). Позакореневе підживлення азотом і

бором навесні та восени збільшило значення досліджуваного показника на 11 %, а застосування біостимулятора – антистресанта сприяло потовщенню штамбу на 7 %.

Сумарна довжина пагонів за внесення розрахункової норми NPK на 16 % перевищувала контроль (без добрив) та на 7 % варіант виробничого контролю. Позакореневе підживлення азотом і бором навесні та восени сприяло збільшенню значення показника на 23 % порівняно з контролем (без підживлення), а внесення біостимулятора – антистресанта – на 13 % збільшило значення досліджуваного показника порівняно з обробкою дерев водою.

Площа листової поверхні та об'єм крони переважали за оптимізованого ґрунтового удобрення NPK, позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) та сумісного внесення біостимулятора – антистресанта. Показник освоєння площі живлення деревами переважав за щорічного удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль).

6. Аналізуючи дані анатомічної будови плодів яблуні можна стверджувати, що на початкових етапах формування додаткове мінеральне живлення майже не впливає на розміри паренхімних клітин. Під час росту плодів, мінеральні добрива сприяли збільшенню параметрів клітин паренхіми.

Вміст азоту, фосфору та калію в листі переважав у варіанті зі щорічним внесенням $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль) та позакореневим підживленням азотом і бором сумісно з внесенням Вуксал Біо Амінопланту (відповідно 2,72 %, 0,49 % та 1,41 %).

7. Оптимізоване ґрунтове удобрення сприяло збільшенню вмісту суми хлорофілів «a+b» на 9 % порівняно з ділянками без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 6 % порівняно з підживленням восени та на 8 % порівняно з контролем (без підживлення), де дерева обробляли водою (контроль).

8. Кількість квіток за ґрунтового удобрення $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 9 % ,а за оптимізованого внесення NPK на 8 % перевищило значення показника у варіанті без удобрення.

Позакореневе підживлення азотом і бором навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 7 % порівняно з підживленням навесні та на 11 % порівняно з варіантом без підживлення.

9. Внесення розрахункової норми добрив NPK сприяло збільшенню кількості зав'язі на 18 % порівняно з варіантом без удобрення. Позакореневе підживлення дерев азотом і бором навесні та восени сприяло збільшенню значення досліджуваного показника на 11 % порівняно з контролем (без підживлення), а обробка дерев біостимулятором на 5 % збільшила кількість зав'язі порівняно з обробкою дерев водою.

10. Зав'язування плодів краще при оптимізованому ґрунтовому живленні на 9 %, а при щорічному внесенні $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 7 % порівняно з контролем (без добрив). Позакореневе підживлення азотом і бором навесні сприяло збільшенню рівня корисної зав'язі на 3 % порівняно з підживленням восени.

Внесення розрахункової норми NPK та $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяло збільшенню навантаження дерев плодами на 20 % порівняно з неудобрюваними ділянками. Позакореневе підживлення навесні та восени сприяло збільшенню кількості плодів на 12 % порівняно з ділянками без підживлень.

11. Врожайність дерев за оптимізованого ґрунтового удобрення на 4 % перевищувало значення показника за щорічного внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль), та на 32 % ділянки без удобрення. Врожайність насаджень на 10 % вища за позакореневого підживлення азотом і бором навесні або восени (після збирання врожаю) та на 17 % вища за дворазового підживлення – навесні та восени. Застосування біостимулятора – антистресанта сприяло підвищенню врожайності на 7 %.

12. Внесення розрахункової норми добрив сприяло збільшенню маси плоду на 9 % порівняно з ділянками без удобрення. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором сприяло збільшенню значення показника на 4 % порівняно з ділянками без підживлень.

Найвищий вихід плодів вищого та першого товарних сортів отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) сумісно з внесенням біостимулятора – антистресанта (Вуксал Біо Амінопланту) на фоні ґрунтового удобрення розрахунковою нормою NPK – 80,3 %, що сприяло збільшенню значення досліджуваного показника порівняно з контролем на 8 %.

13. Вміст сухих розчинних речовин та цукрів у плодах яблуні за оптимізованого ґрунтового живлення переважав на 8 % значення показника на ділянках без удобрення. При позакореновому підживленні навесні та восени азотом і бором на 11 % підвищився вміст показників, порівняно з контролем (без підживлення). Обробка дерев біостимулятором - антистресантом сприяло збільшенню показників на 7 % порівняно з контролем (вода).

14. Найбільший прибуток отримано за позакореневого підживлення навесні та восени (азот + бор) та сумісного внесення біостимулятора – антистресанта на фоні оптимізованого ґрунтового живлення – 254,3 тис. грн, що вдвічі більше ніж у контрольному варіанті (без добрив) та на 64 % ніж у варіанті виробничого контролю (N₁₂₀P₉₀K₉₀). Рівень рентабельності за оптимізованого удобрення становив – 155,8 %, що на 43,4 % більше ніж за виробничого контролю. Позакореневе підживлення навесні та восени азотом і бором на фоні оптимізованого внесення добрив на 18,1 % підвищило рівень рентабельності порівняно з ділянками без підживлення. Внесення біостимулятора – антистресанта (Вуксал Біо Амінопланта) сприяло збільшенню рівня рентабельності, залежно від фону внесення на 2,2 – 19,5 %. Найнижчий рівень рентабельності отримано у варіанті абсолютного контролю (без добрив) – 109,7 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високої продуктивності насаджень яблуні зимового строку досягання на підщепі ММ. 106 у Правобережному Лісостепу України рекомендується:

– вносити розрахункову норму добрив згідно даних агрохімічного аналізу ґрунту;

– проводити позакореневе підживлення навесні розчином карбаміду – на початку відокремлення бутонів (ВВСН 57 - 59) і за 14 діб після цвітіння (ВВСН 71 - 73) по 5 кг/га, а також борною кислотою - перше – у фазу розпускання бутонів (ВВСН 61 - 63), друге – через 2–3 дні після закінчення цвітіння (ВВСН 69 - 71) по 1 кг/га) та восени карбамідом – тричі з 10-добовим інтервалом по 10, 30 і 50 кг/га, починаючи за тиждень від закінчення збору врожаю (ВВСН 91 – 92), а також двічі борною кислотою з 10-добовим інтервалом - перше за тиждень після збору врожаю (ВВСН 91 – 92) по 2 кг/га;

– вносити Вуксал Біо Аміноплант (на фоні позакореневого підживлення азотом і бором та оптимізованого ґрунтового удобрення NPK): чотири рази впродовж вегетації: по рожевому бутону (ВВСН 57 - 59), зав'язь до 20 мм (ВВСН 71 - 73), перед червневим її опаданням (плід досягає половини типової величини – ВВСН 74 - 76) і на початку досягання плодів (ВВСН 81 - 82) з дозою 1 л/га для першого позакореневого внесення і 2 л/га – для наступних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агафонов М.Ф. Вихід із кризи – курс на інтенсивні технології. Сад, виноград і вино України. 2001. №5. С. 4 – 7.
2. Мельник О.В. Нове в удобренні яблуні та груші. Новини садівництва. 2012. №1. С.15-18.
3. Кондратенко П.В. Адаптація яблуні в Україні. Київ. 2001. 190с.
4. Куян В. Г. Проблема вирощування екологічно чистої продукції в інтенсивних садах яблуні. Вісник ДААУ № 1. 1998. С. 19 – 23.
5. Заморський В.В., Яковенко Р. В., Яковенко О. В. та ін. Плодівництво. Умань. 2019. 320с.
6. Fura A. Podstawy nawożenia. Sad. 2009. 5. P. 58 – 59.
7. Кучер А. В. Економіка застосування мінеральних добрив. Пропозиція. Спецвипуск. 2016. С. 10–12.
8. Zhao, J.; Dong, Y.; Xie, X.; Li, X.; Zhang, X.; Shen, X. Effect of Annual Variation in Soil PH on Available Soil Nutrients in Pear Orchards. Acta Ecol. Sin. 2011. Vol. 31 P. 212–216 .
9. Малюк Т. В., Пчолкіна Н. Г. Визначення потреби плодкових культур у мінеральному живленні. Матер. всеукр. наук. - практ. конф. Умань. 2020. С. 117 – 120.
10. Chen Q, Ding N, Peng L, Ge SF, Jiang YM Effects of different nitrogen application rates on ¹⁵N-urea absorption, utilization, loss and fruit yield and quality of dwarf apple. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. 2017. Vol. 28, № 7. P. 2247–2253. DOI: <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201707.001>
11. Kowalczyk W, Wrona D, Przybylko S. Effect of nitrogen fertilization of apple orchard on soil mineral nitrogen content, yielding of the apple trees and nutritional status of leaves and fruits. Agriculture.2022. Vol. 12, № 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12122169>

12. Мельник О.В. Інтенсивний яблуневий сад: закладання і догляд. Новини садівництва. 2018. Ч. 5, № 3. С. 12–14.
13. Копитко П. Г. Удобрення плодових і ягідних культур. Київ: Вища школа, 2001. 206 с.
14. Копытко Р, Карпенко V, Яковенко R, 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.
15. Куян В.Г., Пелехатий В.М. Інтенсифікація і концентрація плодівництва та основні шляхи їх вирішення в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Науковий вісник НУБІП. 2012. № 180. С. 129–138.
16. Малюк Т.В., Пчолкіна Н. Г. Екологічні проблеми зрошуваних садів на півдні України. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2013. Вип. 79. С. 21–23.
17. Ding N, Chen Q, Xu HG, Ji MM, Jiang H, Jiang YM. Effect of fertilization depth on ¹⁵N-urea absorption, utilization and loss in dwarf apple trees. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2015. Vol. 26, № 3. P. 755–760.
18. Fan J, Shao M A, Hao M D, Wang Q J. Desiccation and nitrate accumulation of apple orchard soil on the Weibei dry land. *Journal of Applied Ecology*. 2004. Vol. 15. P. 1213–1216.
19. Sha JC, Xia Y, Liu SZ, Liu JJ, Liu XX, Jiang YM, Ge SF. Effects of different phosphorus application rates on growth, ¹⁵N-urea absorption, and utilization characteristics of pear rootstocks. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2018. Vol. 29, № 5. P. 1437–1442.
20. Копитко П. Розумне удобрення. Садівництво по-українськи. 2019. № 3. С. 48–50.
21. Wójcik P. Nawozy i nawożenie drzew owocowych. Warszawa, 2009. 252 p.
22. Zhao Zuoping, Yan Sha, Liu Fen, Ji Puhui, Wang Xiaoying, Tong Yanan. Effects of chemical fertilizer combined with organic manure on Fuji apple quality, yield

- and soil fertility in apple orchard on the Loess Plateau of China. *Int J Agric and Biol Eng Open Access*. 2014. Vol. 7, No. 2. P. 45–51.
23. Яковенко Р. В., Копитко П. Г., Петришина І. П. Урожайність насаджень груші залежно від змін родючості ґрунту за оптимізованого удобрення. *Зб. наук. пр. УНУС*. 2018. Ч. 1, № 92. С. 247–256.
24. Малюк Т.В. Діагностика якості мінерального живлення плодів культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 82. С. 45–50.
25. Попова В. П., Сергеєва Н.Н., Пестова Н.Г., Збереження родючості ґрунту та оптимізація харчування садових ценозів. *Садівництво та виноградарство* 2006. № 4. С. 11 – 12.
26. Яковенко Р.В. Поживний режим ґрунту та врожайність насаджень груші залежно від оптимізованого ґрунтового удобрення за повторної культури. *Аграрні інновації*. 2023. С. 156 – 161.
27. Майдебуря В.І. Якість та тривалість зберігання плодів яблуні в залежності від рівня мінерального живлення. *Зб. наук. праць УДАУ. Умань*. 2005. Вип 61. ч. 1. С. 536 – 548.
28. Горбач М.М. Дмитрієнко Г.В. Ресурсозберігаючі системи утримання та удобрення ґрунту в інтенсивних садах півдня України. *Вчимося господарювати: наук. – практич. семінар мол. вчених та спец.* 1999. Київ. С. 80 – 81.
29. Дмитрієнко Г.В. Особливості азотного режиму чорноземів південних в інтенсивних насадженнях яблуні при зрошенні та їх продуктивність: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня. канд. с.-г. наук: 06.01.04. Харків. 2003. 20 с.
30. Соболев В.А., Гречковський Д.І. Продуктивність і якість плодів яблуні (*MALUS DOMESTICA BORKH*) залежно від доз та способів внесення добрив. *Садівництво*. 2009. Вип. 62. С. 150 – 154.
31. Гречковський Д.І., Денисюк О.Ф. Вплив доз і способів внесення добрив на продуктивність і величину плодів яблуні (*MALUS DOMESTICA BORKH*) в умовах сірого лісового ґрунту. *Садівництво*. 2012. С. 162 – 167.

32. Dierend W., Spethmann W. Influence of N-fertilization on the droughts of apple rootstocks and one year apple trees. *Erwerbsobstbau*. 1996. 38 (3). P. 90-93.
33. Hipps N.A., Ridout M.S., Atkinson D. Effects of alley sward with, irrigation and nitrogen fertilizer on growth and yield of Cox's Orange Pippin apple trees. *J. Se. Food Agr.* 1990. 53. P. 159 – 168.
34. Врона Д. Плодоношення та якість яблук сорту Джонагоред в залежності від осіннього добрива азотом та підщепи. *Садівництво*. 2005. Вип. 57. С. 356-360.
35. Чебан С.Д. Ріст і продуктивність насаджень яблуні залежно від способів удобрення. *Вісник Білоцерківського ДАУ*. 2004. Вип. № 30. С. 172 – 179.
36. 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*, Volume 54. P. 77-82 DOI: 10 18805/IJARE.A-454
37. Яковенко Р.В., Копитко П.Г. Продуктивність молодих насаджень та якість плодів груші залежно від ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2016. № 1. С. 31-37.
38. Малюк Т.В. Оптимізація азотного живлення інтенсивних насаджень груші на вегетативних підщепах в зрошуваних умовах півдня України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.04. Харків. 2010. 21 с.
39. Слюсаренко В.С. Особливості застосування удобрення та позакореневого підживлення в насадженнях зерняткових культур. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Випуск 26. 2017. С. 180 – 187.
40. Санін Ю. Мікродобрива гарантують прибуток. *Садівництво по – українськи*. 2014. № 4. С. 34 – 35.
41. Сологуб Ю. І., Ласинський О. А. Сучасні європейські нанотехнології та німецький досвід на ринку України – високоефективні мікродобрива Козир і Фолік. *Овощи и фрукты*. 2015. № 2. С. 78.

42. Господаренко Г. М. Удобрення садових культур. Київ. СІК ГРУП Україна. 2017. 340с.
43. Wojeik P., Szwo nek E., Slowinski A. Response “Jonagold” apple trees to foliar applications of beeatittractant and fertilizers. Fruit growing. Vol.17. 2005. P. 116 – 119.
44. Карасюк І.М., Геркія О. М., Господаренко Г.М. та ін. Агрохімія. Київ. 1995. 471с.
45. Яковенко Р.В. Ґрунтово – листове удобрення. Садівництво по-українськи. 2014. №3. С. 24 – 25.
46. Богач Г., Богач О. Біопрепарати для зерняткових. Садівництво по-українськи. 2014. № 2. С. 24–25.
47. Заболотна А. В., Заболотний О.І. Листкова поверхня та чиста продуктивність кукурудзи за обробки її насіння регуляторами росту рослин. Матеріали Всеукр. наук.конференції «Інноваційні технології виробництва рослинної продукції». Умань. 2016. С. 34–36.
48. 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.
49. Дульнєв П. Регулятори росту для саду. Садівництво по-українськи. 2014. № 2. С. 38.
50. Яновський Ю.П. Регулятори росту рослин у промислових багаторічних насадженнях у весняний період вегетації. Пропозиція. Спецвипуск. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту. 2015. С. 40-43
51. Горб О. С., Китаєв О.І. Листкове живлення яблуні. Садівництво по-українськи. №2. С. 16 – 18.
52. 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.

53. 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
54. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив. Київ. 2002. 344 с.
55. Манзій В.В. Продуктивність яблуні залежно від рівнів удобрення в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук. Умань. 2000. 17 с.
56. Майдебуря В.І., Майдебуря О.В., Заморський В.В. Якість та тривалість зберігання плодів яблуні в залежності від рівня мінерального живлення. Зб. наук. пр. УДАУ. Умань, 2005. Ч. 1. №61. С. 536-548.
57. Красноштан А.О. Мінеральні добрива в сучасному садовому біоценозі – рентабельність і проблеми. Зб. наук. пр. УСГА. 1997. С. 23-25
58. Zrownowazone nawozenie roslin ogrodniczych / Opracowanie zbiorowe pod redakcja Dr. hab. P. Wojcika. Skierniewice 2014. 64 p.
59. Карпенчук Г.К., Мельник О.В., Заморський В.В. Технологія виробництва зерняткових культур. Новини садівництва. Спец. випуск. 1993. 170 с.
60. Куян В.Г. Плодівництво. Житомир: ЖНАУ. 2009. 480 с.
61. Zodlik Z., Pacholak E. Effect of nitrogen fertigation on mineral elements content in “Sampion” and “Golden Delicious” leaves and fruits. Ecological aspects of nutrition and alternatives for herbicides in horticulture. Warsaw. 1997. P. 83 – 84.
62. Мельник О.В. Потреба в азоті. Новини садівництва. №1. 2002. С.27.
63. Мельник О.В. Удобрення після збору врожаю. Новини садівництва. 2012. №1. С.19-21.
64. Wrona D., Sadowski A. Effect of nitrogen fertilisation and soil management on soil mineral nitrogen in the apple orchard. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 2004. Vol. 12. P. 191-199.

65. Копитко П.Г. Удобрення плодових і ягідних культур. Київ: Вища школа, 2001. 206 с.
66. Серета І.І., Мовчан Н.Ф. Вплив довгострокового застосування добрив на агрохімічні властивості темно – сірого опідзоленого ґрунту і продуктивність яблуні. Садівництво. К. Вип. 46. 1998. С. 95 – 98.
67. Wójcik P. Nawozenie sadow i plantacji roslin jagodowych. Shierniewice. 2014. 64 p.
68. Manolescu M. Modificari ale continutului solutui din livezile de mar in elemente nutritive in urma administrarii ingrasamintelor chimice. Product vegetable Hortic. 1995. № 6. P.14-18.
69. Яковенко Р.В. Основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізованого удобрення: автореф. дис. докт. с.-г. наук. Умань. 2022. 40 с.
70. Бичкова Л. І., Москаль О. І. Система удобрення й утримання ґрунту та екологічний стан садівництва. Садівництво півдня України. 2001. С. 98–11.
71. Awad M.A., De Jager A. Relationships between fruit nutrients and concentrations of flavonoids and chlorogenic acid in Elstar apple skin. Scientia Horticulture, 2002. 92. P. 265–276.
72. Lanauskas J., Kviklys D., Liaudanskas M., Janulis V., Uselis N., Viškelis J, Viškelis P. Lower nitrogen nutrition determines higher phenolic content of organic apples. Hort. Sci, 2017.Vol. 44 (3). P. 113–119. DOI: 10.17221/50/2016-HORTSCI
73. 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
74. Карпенчук Г.К., Копитко П.Г., Бондаренко А.О. Удобрення садів. Київ. Урожай. 1991. 248 с.
75. Бублик М.О., Матвієнко М.В., Фризюк Л.А., Чорна Г.А. Збірник наук. праць УДАУ. Умань. 2005. Вип. 61. Ч. 1. С. 371 – 372.

76. Wrona D. Sadowsky A. Response of "Sampion" apple trees to nitrogen fertilization in first three years after planting. Ecological aspects of nutrition and alternatives for herbicides in horticulture. Warsaw. 1997. P. 79 – 80.
77. Pacholak E., Gwynar M., Zedlik Z. Effect of nitrogen fertilization on mineral elements content in the soil and in "Sampion" apple leaves. Ecological aspects of nutrition and alternatives for herbicides in horticulture. Warsaw. 1997. P. 59 – 60.
78. Dierend W., Spethmann W. Influence of N-fertilization on the droughts of apple rootstocks and one-year apple trees. *Erwerbsobstbau*. 1996. 38 (3). P. 90-93.
79. Ju X T, Liu H J, Zhang F S, Roelcke M. Nitrogen fertilization, soil nitrate accumulation, and policy recommendations in several agricultural regions of China. *Ambio: A Journal of the Human Environment* Vol. 33. 2004. P. 300 – 305.
80. Fan J, Hu B. Effects of apple orchard development on the ecological environment in the Loess Plateau. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 21, 2005. P. 355 – 359.
81. Zhang Y., Xie Y. S., Hao M. D., Ran W. Characteristics and evaluation of soil nutrients in apple orchards at the gully regions of Loess Plateau. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 16, 2010. P. 1170 – 1175.
82. Wang Y., Shao M.A., Zhu Y., Liu Z. Impacts of land use and plant characteristics on dried soil layers in different climatic regions on the Loess Plateau of China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151, 2011. P. 437 – 448.
83. Cui Z.L., Dou Z. X., Chen X. P., Ju X.T., Zhang F. S. Managing agricultural nutrients for food security in China: Past, Present and Future. *Agronomy Journal*, 106, 2014. P. 191 – 198.
84. Wrona D., Sadowski A. Efekty nawożenia jabloni azotem w pierwszych czterech latach po posadzeniu. *Symp. mineralnego odżywiania roślin sadowniczych*, Skierniewice. 1999. P. 113 – 127.
85. Zhang Q., Li M.J., Zhou B.B., Li X.L., Sun J., Zhang J.K., Wei Q.P. Multivariate analysis of the relationship between soil nutrient factors and fruit quality characteristic

- of “Fuji” apple in two dominant production regions of China. *Ying Yong Sheng Tae Xue Bao*. 2017. Jan. 28 (1). P. 105 – 114.
86. Шевчук Л.М., Вінцовська Ю.Ю. Вплив позакореневої обробки дерев яблуні (*Malus Domestica Borkh*) на накопичення аскорбінової кислоти плодами протягом періоду їх росту і дозрівання. *Садівництво*. 2017. № 72. С. 100 – 106.
87. Мелехова І.О., Мельник О.В., Дрозд О.О. Про обприскування азотом і бором. *Новини садівництва*. 2007. №1. С. 16 – 17.
88. Мельник О.В. Осіннє удобрення азотом і бором. *Новини садівництва*. 2015. №4. С. 18.
89. Колтунов В. А., Борода й В. В. Підвищення стійкості плодоовочевої продукції проти хвороб при зберіганні. Київ: Колообіг, 2007. 216 с.
90. Гнатюк В. Листкове живлення саджанців. *Садівництво по-українськи*. 2016. № 1 (13). С. 56–59.
91. Омельченко А. М. Вплив позакореневого підживлення дерев груші (*Pirus Communis L.*) мікроелементами на лежкість плодів. *Садівництво*. 2012. № 66. С. 194 – 199.
92. Baldwin E.A. Coating and Other Supplemental Treatments to Maintain Vegetable Quality. *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. 2003. №2. P. 413–456.
93. Гречковський Д. Основи удобрення плодових і ягідних культур. Пропозиція. 2016. № 12. С. 97 – 100.
94. Рекомендації щодо технології вирощування зерняткових садів на клонових підщепах за краплинного зрошення в умовах Лісостепу України / За ред. д-р техн. наук, академіка НААН М. І. Ромащенко, канд. с.-г. наук С. В. Рябкова. Київ. 2012. 72с.
95. Безкровна О. Листкове підживлення саду: нюанси і секрети. *Практичне садівництво*. 2017. Вип. 1. С. 80–81.
96. Sanchez E.E. Effect of postharvest soil and foliar application of boron fertilizer on the portioning of boron in apple trees. *HortScience*. 2005. Vol. 40. № 7. P. 2115 – 2117.

97. Bothwell J. H. F., Y. Ng C. K. The evolution of Ca²⁺ signaling in photosynthetic eukaryotes. *New Phytol.* 2005. P. 21 – 38.
98. Harper J.F., Breton G., Harmon A. Decoding Ca²⁺ signals through plant protein kinases. *Annual Rev. Plant Biol.* 2004. Vol. 55. № 5 P. 263 – 288.
99. Hirschi K.D. The calcium conundrum. Both versatile nutrients and specific signals. *Plant Physiol.* 2004. Vol. 136, № 1. P. 2438 – 2442.
100. Reddy V.S., Reddy A.S.N. Proteomics of calcium – signaling components in plants. *Phytochemistry.* 2004. Vol. 65, № 6. P. 1745 – 1776.
101. Friedrich G., Fischer M. *Physiologische Grundlagen des Obstbaues.* Stuttgart: Eugen Ulmer Gmb&Co, 2000. 512 S.
102. Khalifa R. Kh. M. M., H. Omaima, Abd–El–Khair Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom and rod disease of Anna apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences.* 2009. Vol. 5, № 2. P. 237 – 249.
103. Горб О.С., Китаїв О.І., Скрыга В.А., Карпова С.В. Вплив позакореневої обробки мікроелементами на дерева яблуні (*MALUS DOMESTICA BORKH*). *Садівництво.* 2009. Вип. 62. С. 212 – 219.
104. Малюк Т.В., Козлова Л.В., Пчолкіна Н.Г. Агрохімічні основи застосування нанодобрих у садівництві. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції. мат. міжнар. наук.-практ. форуму. Таврійський ДАУ ім. Дмитра Моторного. 2019. №1. С. 88 – 91.
105. Бордюжа Н.П. Ефективність позакорневих підживлень на посівах пшениці озимої (аналітичний огляд). *Агрохімія.* 2011. № 9. С. 40 – 44.
106. Ямковий В. І. Продуктивність яблуні залежно від застосування мікродобрих УА «Росток». *Садівництво по-українськи.* 2016. № 2. С. 14 – 16.
107. Мельник О.В. Удобрення після збирання врожаю. *Новини садівництва.* 2010. №4. С. 22-24.

108. Горб О.С., Китаєв О.І., Скрыга В.А., Карпова С.В. Вплив позакореневої обробки макроелементами на ріст, врожайність та функціональний стан дерев яблуні. Садівництво. 2010. № 63. С. 134 – 141.
109. Найченко Є. Листковий гамбіт. Садівництво по-українськи. 2017. №2. С. 34 – 37.
110. Соболев В. А. Горб О.С. Позакореневе підживлення саджанців яблуні макро- та мікроелементами в розсаднику. Вісник аграрної науки. 2013. №6. С. 25 – 27.
111. Середя І.І. Вплив ґрунтових умов та мінеральних добрив на продуктивність яблуні. Садівництво. 2004. Вип. 55. С. 229 – 238.
112. Рижук С.М., Медведєва В.В. Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах. Харків. 2003. 214 с.
113. Майдебуря В.І., Майдебуря О.В. Якість і лежкість плодів яблуні в залежності від умов азотного живлення. Садівництво. 2004. Вип. 55. С. 239 – 245.
114. Середя І.І. Вплив доз азотних добрив на мінеральне живлення і продуктивність в умовах темно-сірого опідзоленого ґрунту. Садівництво. 1998. Вип. 46. С. 81 – 84.
115. Кисельов Д. О., Гриник І.В. Формування продуктивності яблуні сорту Флоріна на фоні фоліарного підживлення препаратом Терасорб комплекс. Агробіологія. 2017. № 2. С. 150 – 167.
116. Пермякова С.Ю. Продуктивність яблуні в інтенсивному саду короткого циклу використання залежно від систем утримання ґрунту та удобрення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук. Умань. 2000. 22 с.
117. Hou L., Liu Z., Zhao J., Ma P., Xu X. Comprehensive fertilization assessment, spatial variability of soil chemical properties, relationships among nutrients, apple yield, and orchard age: A case study in Luochuan County, China. Ecological indicators. Vol. 122. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107285>.

118. Чебан С.Д. Вміст деяких компонентів хімічного складу плодів яблуні залежно від норм і способів внесення азотних добрив. WEB OF SCHOLAR. № 7(16). 2017. С. 18-20.
119. Бондаренко В. А. Продуктивність яблуні сорту Голден Делішес на підщепі М9 в зрошуваному насадженні залежно від позакореневого підживлення магнієм та мікроелементами в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.07. Умань. 2005. 18 с.
120. Paulo R. E., Douglas A. R., Marcelo M. P., Jaques D. Addition of nitrogen did not affect yield and quality of apples in a high-density orchard carrying a dwarf rootstock. Rev. Bras. Frutic. Vol.30 №4. 2008. URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0100-2945&lng=en&nrm=iso
121. Тупчій О.С. Відтворення багаторічних насаджень як передумова ефективного функціонування галузі садівництва. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2014. Вип. 85. С. 181 – 186.
122. Тупчій О.С. Організаційно-економічні основи інноваційного розвитку садівничих підприємств. Глобальні та національні проблеми економіки. 2015. №4. С. 593 – 597.
123. Андрійчук В.Г. Про необхідність комплексного використання в планово-економічній роботі показників рентабельності. Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції. Київ. КНЕУ. 2004. С. 30 – 36.
124. Нестерчук Ю.О., Тупчій О.С. Економічне обґрунтування інноваційно – інтенсивних систем ведення садівництва. Збірник наукових праць УНУС. Умань. 2015. Вип. 87. Ч. 2: Економіка. С. 96 – 106.
125. Методика економічної та енергетичної оцінки типів плодючих насаджень, помологічних сортів і результатів технологічних досліджень у садівництві. Київ. 2002. 132с.
126. Расторгуєв О.Б. Продуктивність різних типів насаджень яблуні (MALUS DOMESTICA BORKH.) на півдні України. Садівництво. 2015. Вип. 70. С. 57 – 63.

127. Нестерчук Ю.О., Тупчій О.С. Ефективний розвиток садівництва на основі оптимізації сортової структури багаторічних насаджень. Актуальні проблеми економіки. 2016. № 9 (183). С. 372 – 382.
128. Ходаківська Ю.Б. Господарсько – біологічна оцінка сортів груші у старшій віковій групі дерев в умовах Полісся та Лісостепу України. автореф. дис. канд. с.-г. наук. УААН. Ін-т. садівництва. Київ. 2008. 21с.
129. Бурляй А.П. Природно-економічний потенціал для організації промислового садівництва в регіоні західного Лісостепу. Зб. наук. праць Харківського НАУ. №3. 2004. С. 52 – 56.
130. Садівництво півдня України. Інтенс. зрош. садівн. за ред. Рульєва В.А. Запоріжжя. Дике Поле. 2003. 240 с.
131. Сергеева Н.Н. Система удобрення яблуні в інтенсивних насадженнях. Садівництво та виноградарство. 2006. №1. С. 8 – 9.
132. Малюк Т.М. Вплив системи внесення добрив на азотний режим ґрунту і продуктивність насаджень груші. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. № 63. С. 116 – 122.
133. Мельник О.В. Інтенсивний сад. Закладання і догляд. Новини садівництва. №3. 2017. С. 4-8.
134. Омельченко І.К., Жук В.М., Сіленко В.О. Сучасні технології – основа модернізації українського садівництва. Наук. вісн. Нац. Ун-ту біоресурсів і природокористування України. Київ. 2009. Вип. 133. С. 14 – 22.
135. Кондратенко П.В., Бублик М.О., Шестопаль О.М. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві. за ред. О.М. Шестопаля. Київ. НЦ "Плодівництво", Інститут садівництва. 2006. 144 с.
136. 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
137. Яковенко Р.В. Продуктивність яблуні у повторній культурі за тривалого удобрення в правобережному лісостепу України: дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.07. Умань, 2008.
138. Чепков Б.М., Канаш А.П., Носко В.С. и др. Природно-сільськогосподарське районування Української РСР. Агрохімія та ґрунтознавство. Київ. Урожай. 1985. Вип. 48. С. 8–22.
139. Кондратенко Т.Є., Кузьмінець О.М. Помологія. Поширені та перспективні сорти зерняткових культур. Київ. 2018. С. 152-155.
140. Сорт Чемпіон Арно. <https://posadi-sad.jimdofree.com>
141. Омельченко І.К. Культура яблуні в Україні. Київ. Урожай. 1993. 264 с.
142. Вуксал БІО Аміноплант. <https://www.mywuxal.com/ua/product/aminoplant>
143. ДСТУ 4289–2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. Введено вперше. Київ. Держспоживстандарт України. 2005. 8 с.
144. Городній М.М., Лісовал А.П., Бикін А.В. Агрохімічний аналіз. Київ. 2005. 468 с.
145. ДСТУ ISO 10390–2001 Якість ґрунту. Визначення рН. Введено вперше. Київ. Держспоживстандарт України. 2003. 7 с.
146. Патент 139762 Україна А01С 21/00. Спосіб визначення норм азотного добрива для оптимізованого удобрення яблуні та груші / П.Г. Копитко, Р.В. Яковенко, І.П. Петришина. Заявл. 08.04.2019; опубл. 27.01.2020, Бюл. №2.
147. Патент 148353 Україна А01С 21/00. Спосіб визначення розраховуваних доз фосфорних і калійних добрив для удобрення яблуні та груші / П.Г. Копитко, Р.В. Яковенко. Заявл. 23.03.2021; опубл. 28.07.2021, Бюл. №30.
148. Годнєв Т. Н. Будова хлорофілу та методи його кількісного визначення. Мінськ : Вид-во АН БРСР. 1952. 164 с.

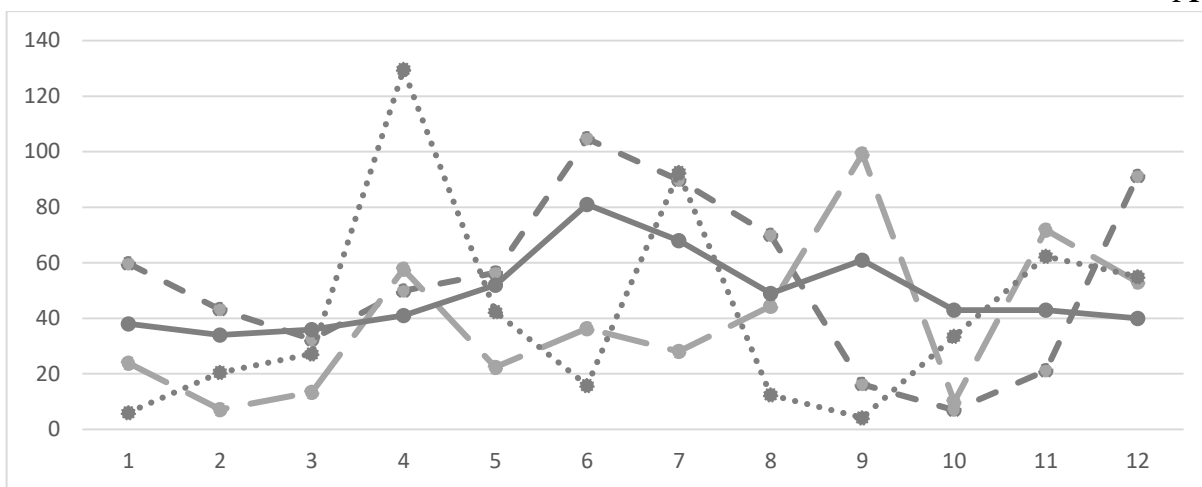
149. МВВ 31–497058–019–2005 Рослини. Визначення загальних форм азоту, фосфору, калію в одній наважці рослинного матеріалу. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів. Харків. 2005. С. 189–208.
150. Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В.; за ред. В.О. Єщенко. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ. Дія. 2005. 288 с.
151. Найченко В.М., Осадчий О.С. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства. Київ. 1999. 502 с.
152. Продукти переробки плодів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності: ДСТУ 4957:2008. Київ. 2009. 9 с.
153. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. ДСТУ 4954:2008. 2009. 15 с.
154. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ. 1996. 95 с.
155. ДСТУ 8133:2015 Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови. Київ. УкрНДНЦ. 2016. 5 с.
156. Заморський В.В. Методика оцінки морфологічного стану насаджень яблуні (методичні рекомендації). 2006. Умань. 51 с.
157. Кондратенко П.В., Бублик М.О., Шестопаль А.Н., Рульєв В.А. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал інновацій та результатів технологічних досліджень. За ред. Шестопаля О.М. [2-е вид.]. Київ. 2006. 140с.
158. Кондратенко П.В., Бублик М.О., Жук В.М. Урожайність яблуні на насінневих і клонових підщепах. Садівництво: Міжвід. тем. наук. збірник. Київ. 2005. Вип. 56. С. 5–23.
159. Красноштан А.О. Продуктивність яблуні залежно від підщепи та удобрення ґрунту в умовах Лісостепу України: автореф. дис. д-ра с.-г. наук. Київ. 1997. 46 с.
160. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію / За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ. 2021. 264 с.

161. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. Київ. 2002. С. 310–342.
162. Господаренко Г.М. Система застосування добрив. Навч. посібник. Київ. 2015. 332 с.
163. Чебан С.Д. Особливості росту і плодоношення яблуні залежно від азотного живлення на темно-сірому опідзоленому ґрунті правобережного лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.07. Умань, 2004. 23 с.
164. Копитко П.Г., Яковенко Р.В., Жмуденко В.М. Гумусованість і біологічна активність ґрунту за різних систем його утримання й удобрення та врожайність яблуні. Екологічні проблеми садівництва та інтродукції рослин: Зб. наук. пр. держ. Нікітського бот. саду. Ялта. 2008. Том 130. С. 102–111.
165. Манзій В.В. Освоєння площі живлення та повітряного простору деревами яблуні залежно від сорту та удобрення. Зб. наук. пр. УНУС. Умань. 2004. № 58. С. 237–243.
166. Кондратенко Т.Є. Фізіологія цвітіння. «Садівництво по-українськи». 2014. № 2. С.18-19.
167. Чебан С. Д. Вплив позакореневого підживлення на інтенсивність цвітіння та навантаження дерев яблуні плодами. Збірник наукових праць. ВНАУ. Плодівництво. № 6 (68). 2012. С. 148-154
168. Wójcik P. Nawozyinawożenie drzew owocowych. Warszawa. 2009. 252 p.
169. Manzyuk V. V., Popa S. V., Rybintsev I. A. Light regime in apple plantations of a two-plane v-shaped construction. 2015.
[URL: http://dspace.uasm.md/bitstream/handle/123456789/1080/Vol_42_73-78.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.uasm.md/bitstream/handle/123456789/1080/Vol_42_73-78.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
170. Величко Ю.А. Вплив типу саду на освітленість крони дерев яблуні, площу листків та вміст в них хлорофілу. Зб. наук. пр. УДАУ. 2005. Вип. 61. Ч. 1. С. 613–621.

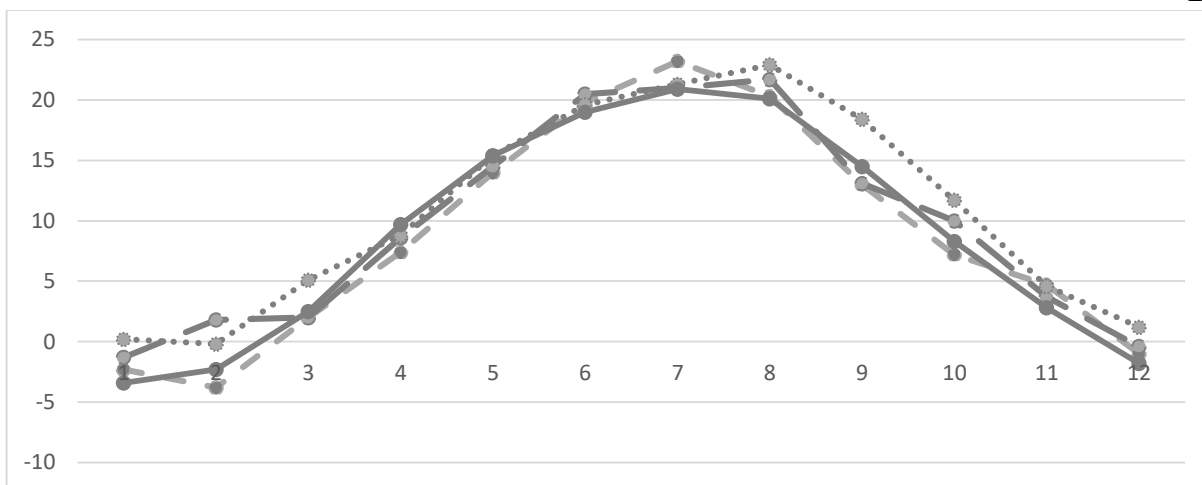
171. Омельченко І. К., Жук В. М. Сучасні типи інтенсивних насаджень яблуні в Україні. Садівництво. міжвідомч. темат. наук. зб. 2005. № 57. С. 243–252.
172. Кондратенко Т. Є., Барабаш Л. М. Ринок яблук в Україні. Садівництво по - українськи. 2014. № 6. С. 10–13.
173. Labanowska–Bury D. Golden Delicious obmiana z charakterem. Sad. 2012. №4. P. 26–30.
174. Hua G., Hongke F., Yumiao L. Relationship between fruit quality of Pink Lady apple and meteorological factors in Chinese Weibei Highland areas. Xibei Nong-Lin Keji Daxue хуебао. Zirankehueban. 2009. <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=CN2010000396>.
175. Вінцковська Ю. Ю. Вплив позакореневої обробки насаджень яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) біопрепаратами на формування показників якості плодів. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. № 1–2. С. 107–112.
176. Grusze / Badowska-Czubik T. e.a. Warszawa: Hortpress. 2010. 143 p.
177. Яковенко Р.В. Якісні показники плодів яблуні у повторній культурі за тривалого удобрення. Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. 2009. № 77. С. 150–155.
178. Atay E., Pirlak L. Atay A.N. Determination of fruit growth in some apple varieties. J. Agric. Sci. 16. 2010. P. 1–8.
179. Zamorskyi V. The role of the anatomical structure of apple fruits as fresh-cut produce. Acta Hort. 2007. Vol. 746. P. 509–512.
180. Гриник І.В., Бублик М.О. Актуальні дослідження і розробки Інституту садівництва НААН та його мережі. Київ. 2016. 178 с.
181. Яковенко Р. В., Копитко П. Г. Економічна ефективність повторного вирощування яблуні за довготривалого удобрення. Зб. наук. пр. Вінницького НАУ. 2021. № 23. С. 85–95.

ДОДАТКИ ДОДАТОК А

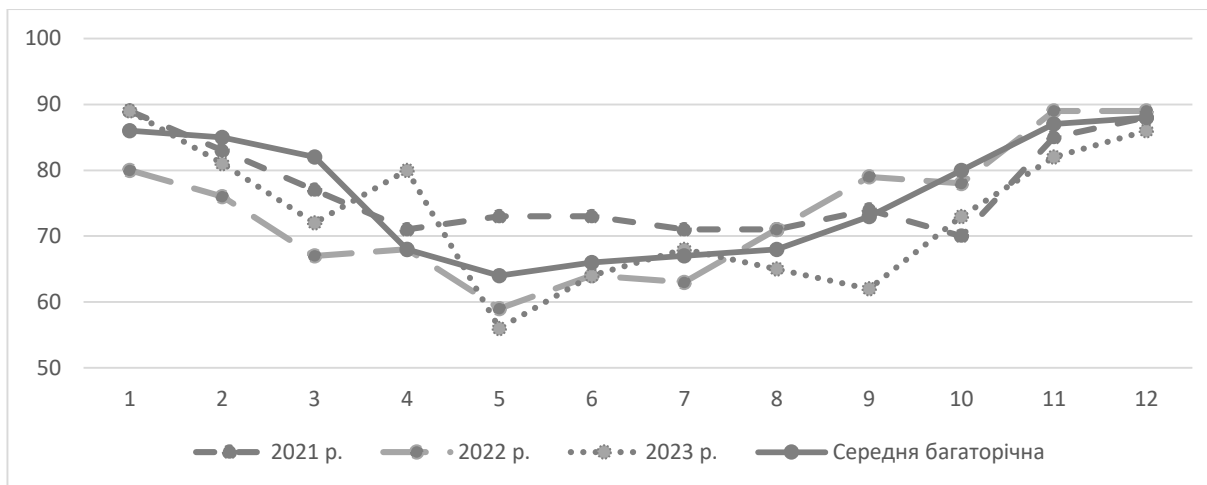
А



Б



В



Відхилення кількості опадів (А), середньомісячних температур повітря (Б) і відносної вологості повітря (В) від багаторічних даних (Уманська метеостанція).

ДОДАТОК Б

Виділення вуглекислого газу з чорнозему опідзоленого ґрунту залежно від систем
удобрення саду, мг/м²

Система удобрення	2021р.	2022р.	2023р.	Середнє за три роки
Без добрив (контроль)	194,6	184,0	196,6	191,7
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	210,4	199,8	209,7	206,6
НРК _{розрахунковий}	210,9	196,2	208,8	205,3
<i>НІР</i> ₀₅	7,8	11,4	8,7	–

ДОДАТОК В

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення
біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну приросту діаметру
штамба, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	39,9	11,0	5,6	0,6	0,04	0,06	0,7	42,2
2022	41,5	5,7	9,1	4,8	0,5	0,8	2,5	35,3
2023	47,3	9,4	8,4	1,3	0,2	0,2	1,0	32,2

ДОДАТОК В.1

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення
біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну кількості пагонів, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	2,9	23,4	3,6	18,9	1,7	14,4	15,2	19,9
2022	0,7	28,0	8,0	16,0	7,9	5,5	24,4	9,6
2023	10,6	24,7	12,9	8,5	0,7	3,0	1,9	37,7

ДОДАТОК В.2

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну середньої довжини пагону, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	32,4	14,7	16,8	9,2	1,5	0,2	8,0	17,2
2022	16,6	21,8	19,0	17,4	8,4	3,0	3,8	10,1
2023	38,2	18,2	3,5	1,7	0,03	0,8	0,5	37,1

ДОДАТОК В.3

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну сумарної довжини пагонів, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	16,0	31,5	12,3	5,5	2,3	11,1	12,3	8,1
2022	6,1	22,8	20,0	20,4	3,0	6,3	16,8	4,7
2023	28,0	26,5	10,6	5,2	0,4	1,4	0,4	27,5

ДОДАТОК В.4

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну кількості листя, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	13,4	31,1	6,1	1,1	0,3	0,1	0,9	47,0
2022	22,1	29,9	8,0	3,3	0,4	0,3	0,3	35,7
2023	33,3	21,5	8,0	3,2	0,1	0,4	0,6	33,0

ДОДАТОК В.5

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну площі листкової пластинки, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	20,8	7,1	0,9	1,7	0,01	0,2	0,1	69,2
2022	14,5	8,5	1,5	1,0	0,04	0,1	0,1	74,2
2023	20,2	11,2	1,4	0,8	0,1	0,1	0,1	66,2

ДОДАТОК В.6

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну загальної площі листкової поверхні, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	23,7	22,0	3,5	0,7	0,02	0,1	0,3	49,5
2022	27,1	22,9	5,7	1,3	0,2	0,5	0,1	42,1
2023	38,4	24,7	5,5	1,4	0,1	0,3	0,4	29,2

ДОДАТОК В.7

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну діаметра крони, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	21,4	6,4	3,5	4,6	0,1	0,6	2,6	61,0
2022	24,6	18,4	1,8	0,5	0,4	0,2	0,4	53,6
2023	12,3	18,8	2,9	2,8	0,1	0,1	0,6	62,5

ДОДАТОК В.8

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну об'єму крони, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	40,9	8,8	3,6	2,0	0,04	0,3	0,9	43,5
2022	37,5	20,3	2,3	0,3	0,3	0,4	0,2	38,8
2023	35,7	14,6	2,4	1,8	0,1	0,2	0,3	44,9

ДОДАТОК В.9

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну площі проекції крони, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	21,2	6,6	3,6	4,7	0,1	0,6	2,5	60,7
2022	24,2	18,8	1,9	0,7	0,4	0,2	0,4	53,5
2023	11,9	18,7	3,0	2,9	0,1	0,1	0,6	62,6

ДОДАТОК В.10

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну освоєння площі живлення, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	21,2	6,6	3,6	4,7	0,1	0,6	2,6	60,6
2022	24,2	18,8	1,9	0,7	0,4	0,2	0,4	53,5
2023	11,9	18,7	3,0	3,0	0,1	0,1	0,6	62,6

ДОДАТОК Д

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну загального вмісту води в листі, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	26,4	28,3	3,2	9,8	0,4	0,9	0,4	30,5
2022	8,7	34,3	4,5	2,1	0,2	1,6	0,5	48,2
2023	12,3	29,4	1,4	3,9	1,2	0,3	0,8	50,6

ДОДАТОК Д.1

Вміст азоту в листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження			
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	2,15	2,50	2,36	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,16	2,54	2,38	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	2,22	2,62	2,42	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,23	2,65	2,44	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,20	2,60	2,40	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,21	2,61	2,42	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,25	2,65	2,46	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,27	2,69	2,49	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	2,35	2,75	2,55
			Вуксал Біо Аміноплант	2,37	2,79	2,58
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	2,40	2,82	2,61	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,44	2,86	2,64	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	2,35	2,76	2,56	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,35	2,79	2,57	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	2,47	2,89	2,67	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,52	2,92	2,72	
NPK розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	2,25	2,67	2,48
			Вуксал Біо Аміноплант	2,28	2,71	2,51
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	2,37	2,78	2,61	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,40	2,83	2,65	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,26	2,69	2,51	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,29	2,72	2,54	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	2,42	2,83	2,66	
		Вуксал Біо Аміноплант	2,46	2,87	2,70	
	NIP ₀₅			0,08	0,09	0,09

ДОДАТОК Д.2

Вміст фосфору в листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового
удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрунтове удобрення	Позакоренеve		Рік дослідження			
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,40	0,42	0,43	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,41	0,43	0,44	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,40	0,42	0,43	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,43	0,44	0,45	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,39	0,39	0,41	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,40	0,40	0,41	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,40	0,42	0,45	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,42	0,44	0,46	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,46	0,47	0,48
			Вуксал Біо Аміноплант	0,47	0,51	0,50
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	0,44	0,44	0,45	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,45	0,46	0,46	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	0,46	0,44	0,43	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,46	0,44	0,43	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	0,45	0,46	0,49	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,48	0,49	0,51	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	0,42	0,42	0,44
			Вуксал Біо Аміноплант	0,44	0,44	0,45
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,42	0,43	0,45	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,44	0,45	0,47	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,40	0,43	0,44	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,42	0,43	0,44	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,43	0,44	0,47	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,45	0,46	0,48	
	NIP ₀₅			0,03	0,04	0,03

ДОДАТОК Д.3

Вміст фосфору в листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового
удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	1,20	1,30	1,12	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,23	1,34	1,17	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1,24	1,35	1,16	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,26	1,37	1,20	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,19	1,30	1,15	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,18	1,31	1,16	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,27	1,37	1,18	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,32	1,41	1,23	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	1,32	1,42	1,24
			Вуксал Біо Аміноплант	1,36	1,46	1,27
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	1,38	1,46	1,29	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,40	1,49	1,32	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	1,33	1,42	1,24	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,33	1,44	1,24	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	1,38	1,48	1,29	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,42	1,50	1,33	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	1,28	1,43	1,28
			Вуксал Біо Аміноплант	1,31	1,46	1,32
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	1,35	1,45	1,30	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,37	1,49	1,39	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,30	1,44	1,28	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,31	1,45	1,30	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	1,36	1,52	1,30	
		Вуксал Біо Аміноплант	1,39	1,55	1,33	
	NIP ₀₅			0,04	0,03	0,04

ДОДАТОК Д.4

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну вмісту азоту в листі яблуні, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	55,5	24,9	1,2	3,2	0,2	0,2	0,1	14,7
2022	58,1	22,4	2,2	1,8	0,04	0,1	0,1	15,4
2023	57,0	23,1	1,6	2,9	0,1	0,2	0,1	15,1

ДОДАТОК Д.5

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну вмісту фосфору в листі яблуні, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	55,5	5,8	8,0	3,6	0,3	0,9	0,5	25,4
2022	34,6	12,0	6,9	8,9	0,6	1,9	1,2	33,9
2023	22,3	33,1	3,6	10,2	0,1	1,2	1,2	27,3

ДОДАТОК Д.6

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну вмісту калію в листках яблуні, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	62,7	29,9	2,7	1,6	0,03	1,1	0,2	6,6
2022	69,8	19,5	3,5	1,5	0,0	0,3	0,1	5,2
2023	71,0	9,6	6,0	2,3	3,3	1,2	0,6	9,1

ДОДАТОК Д.7

Динаміка вмісту суми хлорофілів (а+b) у листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від удобрення та позакореневого підживлення, мг/100 г сирової маси

Грунтове удобрення	Позакореневе		2021			2022			2023		
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	липень	серпень	вересень	липень	серпень	вересень	липень	серпень	вересень
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	139,3	151,0	111,3	141,0	162,7	136,0	146,3	167,0	143,0
		Вуксал Біо Аміноплант	141,0	152,7	113,0	146,3	167,7	138,7	151,3	172,3	148,7
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	148,3	156,3	117,7	150,3	166,0	144,7	156,0	175,3	151,7
		Вуксал Біо Аміноплант	149,7	157,7	120,0	153,3	170,3	146,0	157,3	177,7	155,3
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	146,3	152,0	114,0	147,0	165,3	140,0	151,3	176,0	146,7
		Вуксал Біо Аміноплант	147,0	152,7	116,7	147,7	169,0	142,3	152,7	177,0	149,0
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	152,7	164,0	121,3	158,0	175,3	150,0	163,3	183,7	156,0
		Вуксал Біо Аміноплант	154,3	167,7	124,0	159,3	178,0	151,7	167,0	186,7	158,0
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	151,3	164,0	124,7	153,7	172,0	140,7	158,3	179,0	147,7
		Вуксал Біо Аміноплант	152,7	168,3	126,3	156,3	175,0	143,0	162,7	181,7	149,3
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	155,7	171,7	132,7	164,7	179,7	149,3	167,7	187,3	152,7
		Вуксал Біо Аміноплант	156,3	173,0	135,0	166,0	183,0	150,7	169,0	189,7	155,3
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	152,7	166,7	129,3	159,0	173,7	145,7	163,0	181,3	149,3
		Вуксал Біо Аміноплант	152,0	172,0	133,0	164,7	177,3	146,7	166,7	185,3	150,0
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	163,3	178,7	136,0	168,0	187,3	155,7	177,3	193,0	159,3
		Вуксал Біо Аміноплант	169,0	180,0	137,3	172,3	189,0	158,3	179,3	195,3	162,7
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	155,0	166,7	122,3	160,3	171,7	145,7	164,0	177,7	150,0
		Вуксал Біо Аміноплант	162,3	174,0	123,7	163,0	175,7	148,7	165,7	182,3	152,0
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	162,7	176,0	131,3	167,0	177,7	154,0	173,3	185,7	157,7
		Вуксал Біо Аміноплант	168,7	180,3	133,0	169,0	181,0	156,7	174,3	190,0	162,7
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	157,0	168,0	127,0	164,0	175,0	150,7	169,3	183,7	151,7
		Вуксал Біо Аміноплант	159,0	170,3	130,7	168,0	178,7	151,3	172,3	185,7	153,0
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	169,3	182,7	132,7	171,3	187,3	159,7	179,0	195,3	163,7
		Вуксал Біо Аміноплант	172,3	185,0	136,7	176,0	189,7	163,0	182,7	197,0	166,7

ДОДАТОК Д.8

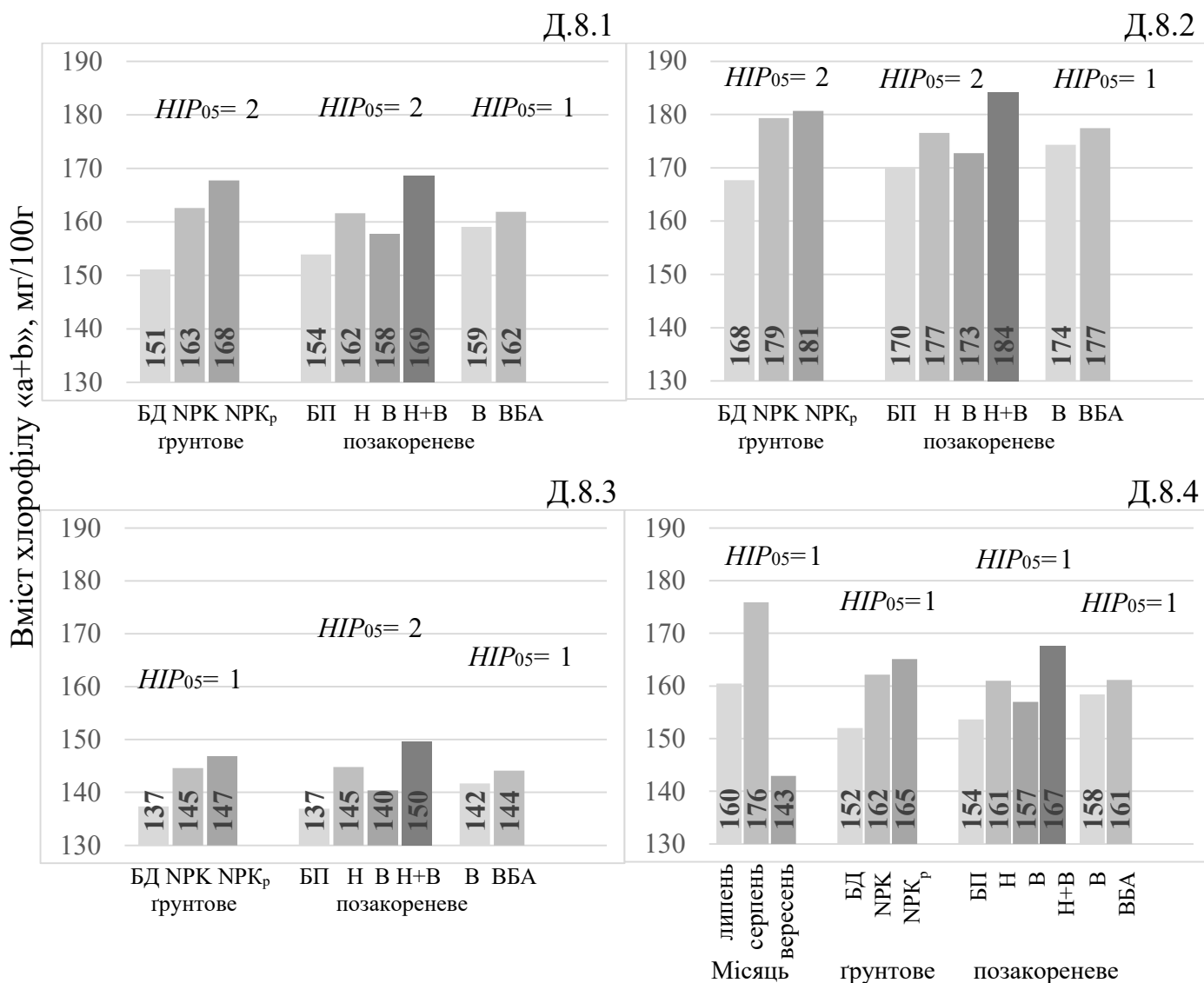


Рис.Д.8.1 – Д.8.4. Вміст хлорофілу «a+b», мг/100г у листі залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення (середнє за 2021 – 2023 рр.): (БД – без добрив, НРК – N₁₂₀P₉₀K₉₀, НРК_p – НРК_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: Д.8.1 – липень, Д.8.2 – серпень, Д.8.3 – вересень, Д.8.4 – липень – серпень.

ДОДАТОК Е

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну кількості квіток, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	30,2	37,1	2,1	6,3	0,2	0,5	3,4	20,2
2022	14,0	12,4	2,7	0,4	0,01	0,1	0,2	70,2
2023	21,4	13,8	5,6	1,0	0,2	0,3	0,3	57,4

ДОДАТОК Е.1

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну кількості зав'язі, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	62,4	7,9	1,5	1,5	0,1	0,01	0,3	26,2
2022	17,1	9,5	8,1	1,6	0,01	0,1	0,7	62,9
2023	47,8	19,2	6,5	0,6	0,03	0,1	0,2	25,5

ДОДАТОК Е.2

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну рівня корисної зав'язі, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	47,4	11,2	0,1	6,1	0,8	0,5	2,8	31,2
2022	2,8	0,6	5,6	3,4	0,1	0,8	3,9	82,9
2023	39,6	13,0	2,3	1,0	0,8	1,2	1,0	41,1

ДОДАТОК Е.3

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на зміну кількості плодів, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	55,5	7,3	1,3	1,0	0,2	0,1	0,2	34,6
2022	18,5	6,5	5,6	0,6	0,4	0,2	1,1	67,1
2023	44,4	17,1	7,8	0,8	0,02	0,01	0,1	29,8

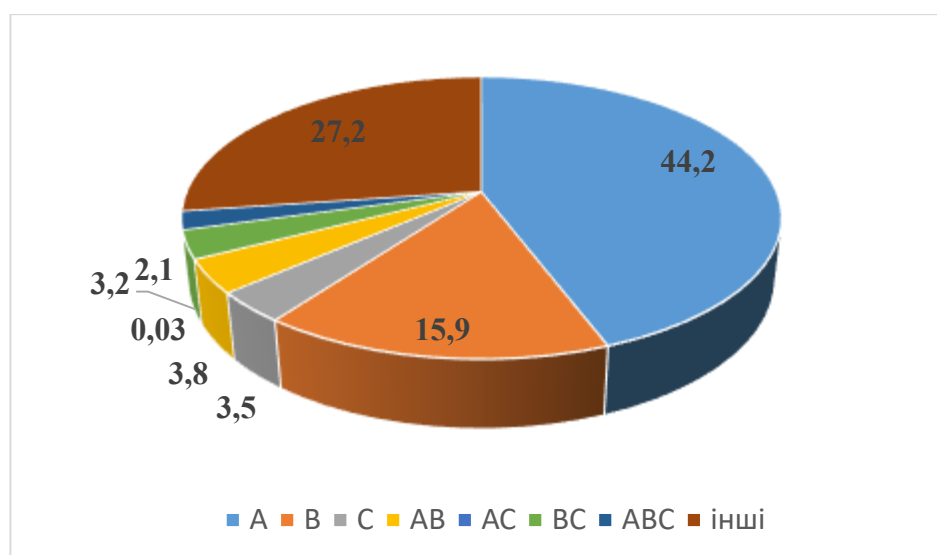
ДОДАТОК Е.4

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на врожайність плодів, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	70,5	12,3	2,6	2,3	0,5	0,1	0,1	11,6
2022	47,3	13,8	9,8	1,0	1,0	0,1	1,3	25,8
2023	59,9	15,0	7,1	1,6	0,1	0,5	0,3	15,5

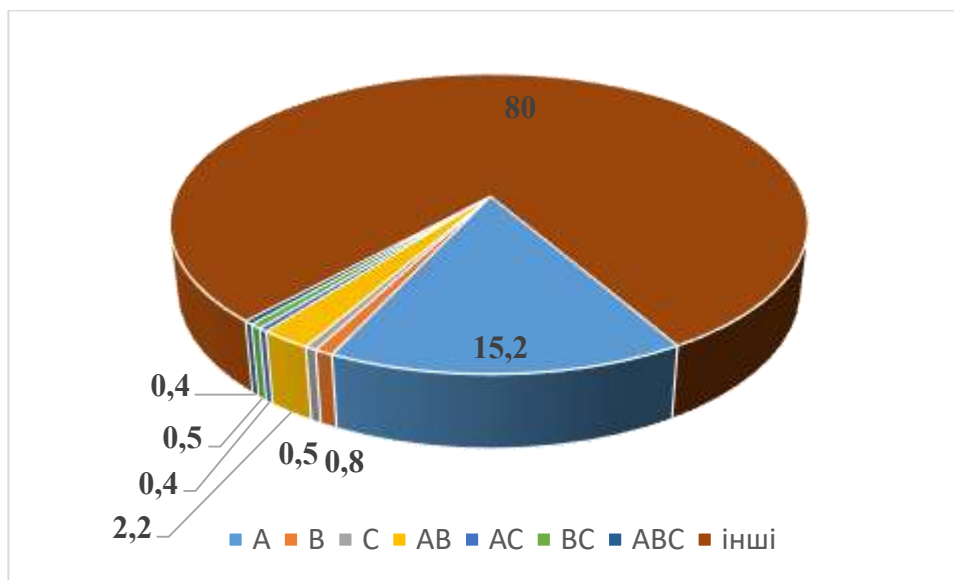
ДОДАТОК Е.5

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на питому продуктивність на площу поперечного перерізу штамба, %



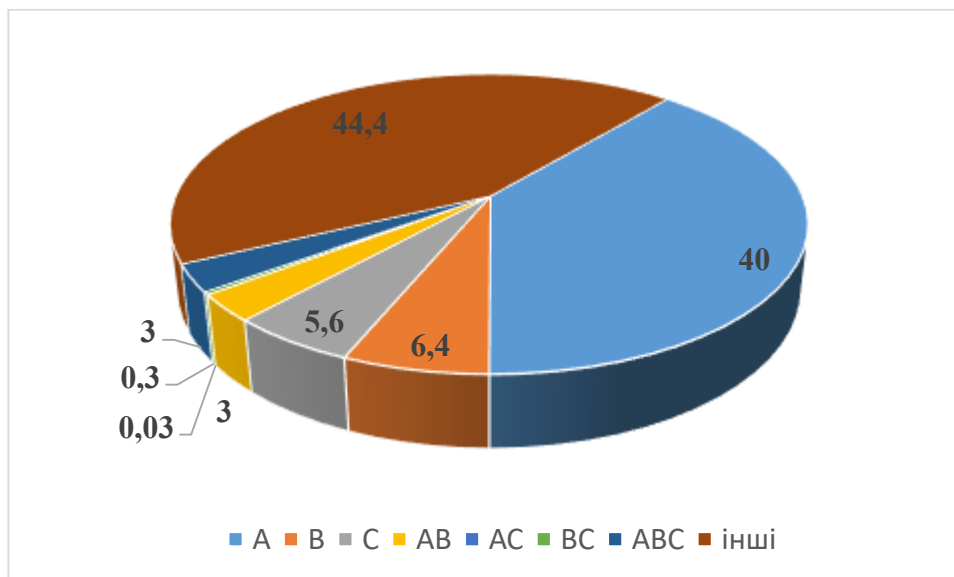
ДОДАТОК Е.6

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на питому продуктивність на площу листкової поверхні, %



ДОДАТОК Е.7

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на питому продуктивність на об'єм крони, %



ДОДАТОК Ж.1

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на середню масу плоду, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	18,2	5,9	1,9	1,8	0,4	0,2	0,2	71,3
2022	19,2	3,9	1,4	0,5	0,2	0,1	0,2	74,5
2023	45,0	3,3	1,6	1,6	0,3	1,2	1,1	45,9

ДОДАТОК Ж.2

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на товарність плодів, %

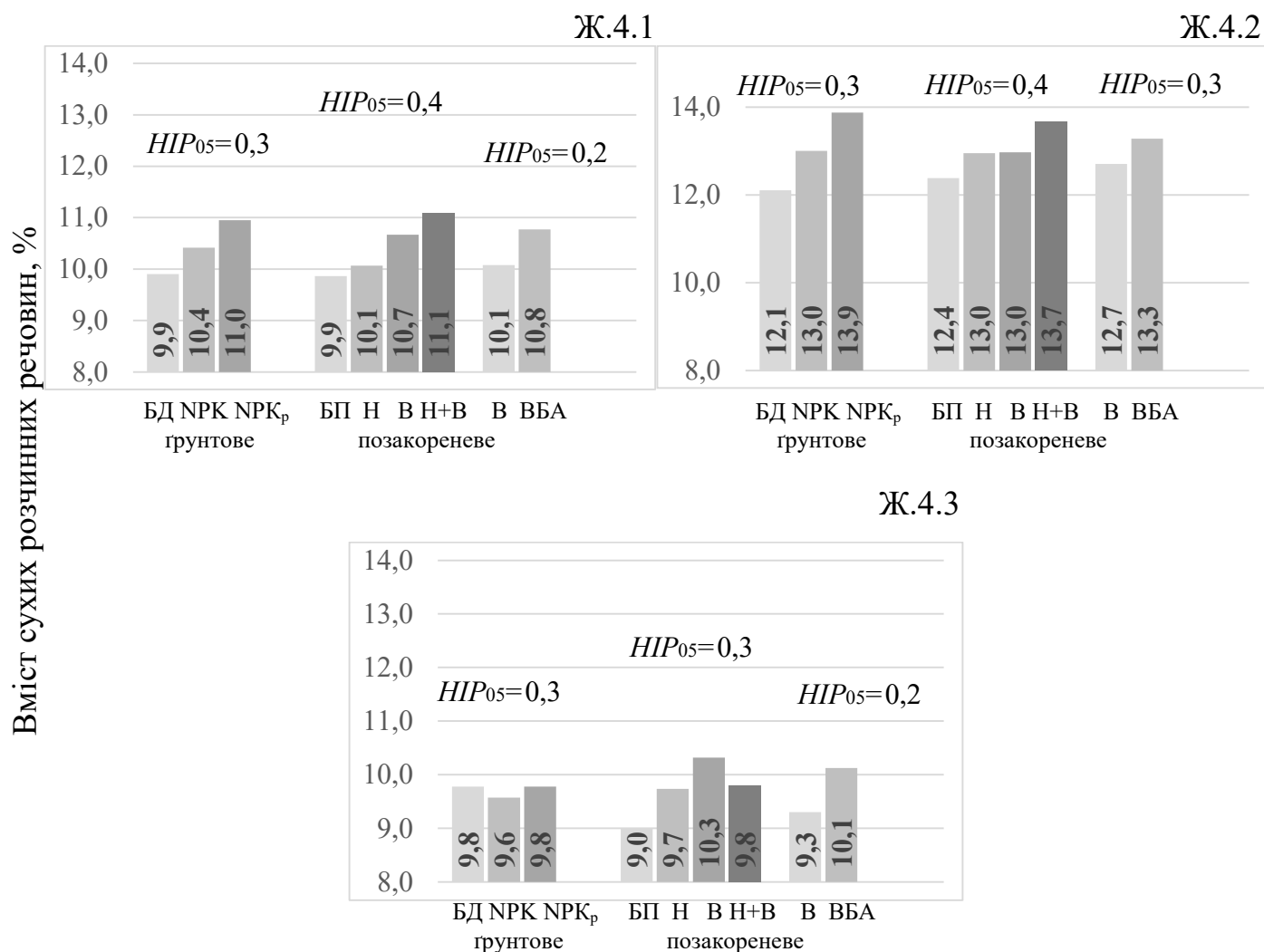
Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	20,0	11,4	0,9	4,2	0,5	0,1	0,6	62,3
2022	17,8	6,0	0,8	0,6	0,1	0,1	0,1	74,4
2023	13,5	8,6	0,7	0,5	0,0	0,1	0,0	76,7

ДОДАТОК Ж.3

Вміст сухих розчинних речовин у плодах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрунтове удобрення	Позакоренеve		Рік дослідження		
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	8,8	11,3	7,7
		Вуксал Біо Аміноплант	8,9	11,9	9,7
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	8,6	11,7	9,3
		Вуксал Біо Аміноплант	9,5	12,0	10,6
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,8	12,1	10,3
		Вуксал Біо Аміноплант	11,1	12,2	10,5
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,4	12,6	9,6
		Вуксал Біо Аміноплант	11,2	13,0	10,5
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	9,8	12,4	7,9
		Вуксал Біо Аміноплант	10,5	12,5	9,5
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	10,0	13,0	9,7
		Вуксал Біо Аміноплант	10,5	13,5	10,7
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,0	12,5	9,5
		Вуксал Біо Аміноплант	10,5	13,1	10,6
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,5	13,0	9,2
		Вуксал Біо Аміноплант	11,5	14,1	9,5
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	10,1	13,1	9,9
		Вуксал Біо Аміноплант	11,0	13,1	9,2
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	10,4	13,6	8,6
		Вуксал Біо Аміноплант	11,5	13,9	9,6
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	10,5	13,2	9,6
		Вуксал Біо Аміноплант	11,1	14,7	11,4
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	11,0	14,0	10,2
		Вуксал Біо Аміноплант	12,0	15,4	9,8
НІР ₀₅			0,9	0,9	0,8

ДОДАТОК Ж.4



ДОДАТОК Ж.4.1 – Ж.4.3. Вміст сухих розчинних речовин у плодах яблуни 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) – результати дисперсійного аналізу: 7.3.1 – 2021 р., 7.3.2 – 2022 р., 7.3.3 – 2023 р.

ДОДАТОК Ж.5

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на вміст сухих розчинних речовин у плодах, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	20,2	26,6	13,3	17,1	0,7	1,1	0,8	20,3
2022	46,8	18,7	7,5	1,9	1,1	1,8	2,6	19,6
2023	1,1	26,6	20,2	13,9	2,6	3,4	13,3	18,8

ДОДАТОК Ж.6

Вміст цукрів у плодах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового
удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження		
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	6,9	8,8	6,2
		Вуксал Біо Аміноплант	7,0	9,3	7,6
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	6,7	9,1	7,2
		Вуксал Біо Аміноплант	7,4	9,4	8,3
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	8,4	9,5	8,0
		Вуксал Біо Аміноплант	8,7	9,5	8,2
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	8,1	9,9	7,5
		Вуксал Біо Аміноплант	8,7	10,1	8,2
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	7,7	9,7	6,3
		Вуксал Біо Аміноплант	8,2	9,8	7,4
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	7,8	10,1	7,6
		Вуксал Біо Аміноплант	8,2	10,5	8,3
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	7,8	9,8	7,4
		Вуксал Біо Аміноплант	8,2	10,2	8,2
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	8,2	10,1	7,2
		Вуксал Біо Аміноплант	9,0	11,0	7,5
NPK розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	7,9	10,2	7,7
		Вуксал Біо Аміноплант	8,6	10,2	7,1
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	8,1	10,6	6,7
		Вуксал Біо Аміноплант	9,0	10,9	7,5
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	8,2	10,3	7,5
		Вуксал Біо Аміноплант	8,7	11,5	8,9
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	8,6	10,9	7,9
		Вуксал Біо Аміноплант	9,4	12,0	7,6
HIP ₀₅			0,7	0,7	0,6

ДОДАТОК Ж.7

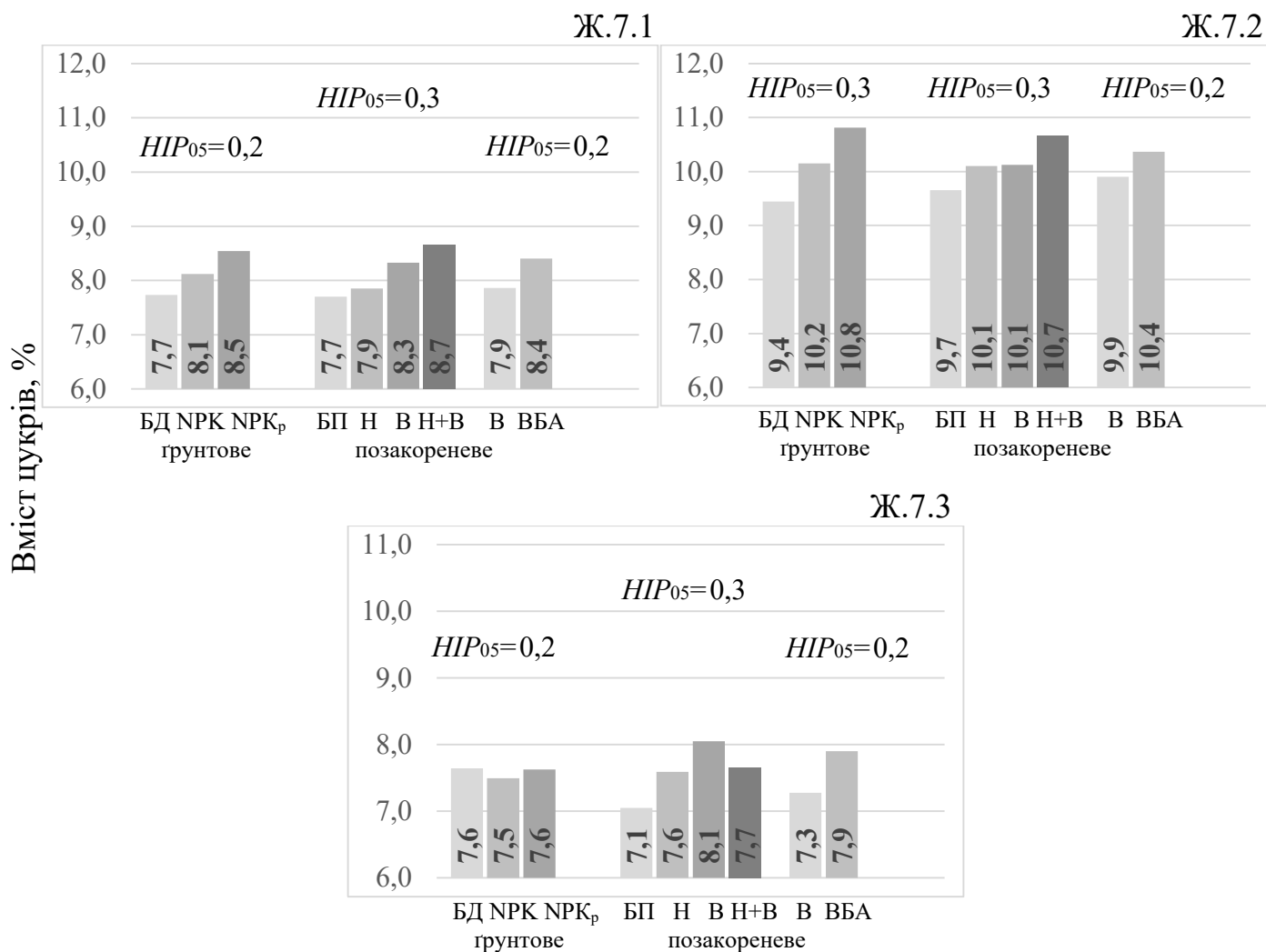


Рис.Ж.7.1 – Ж.7.3. Вміст цукрів у плодах яблуни сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – N₁₂₀P₉₀K₉₀, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, БП – без підживлення (вода), Н – навесні (азот + бор), В – восени (азот + бор), Н+В - навесні + восени (азот + бор), В – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: Ж.7.1 – 2021 р., Ж.7.2 – 2022 р., Ж.7.3 – 2023 р.

ДОДАТОК Ж.8

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на вміст цукрів у плодах, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	20,1	26,4	13,3	17,2	0,7	1,1	0,8	20,4
2022	46,5	18,8	8,0	1,8	1,1	1,7	2,6	19,4
2023	0,9	26,4	20,1	13,8	2,7	3,5	13,2	19,4

ДОДАТОК Ж.9

Вміст титрованих кислот у плодах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, %

Ґрундове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження			
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта	2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,35	0,28	0,33	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,36	0,26	0,32	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,39	0,31	0,36	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,39	0,31	0,36	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,31	0,27	0,30	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,41	0,25	0,34	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,42	0,22	0,33	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,31	0,24	0,29	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,39	0,26	0,33
			Вуксал Біо Аміноплант	0,31	0,25	0,29
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	0,34	0,31	0,34	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,36	0,29	0,34	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	0,31	0,30	0,32	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,37	0,28	0,33	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	0,39	0,25	0,33	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,36	0,27	0,33	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	0,36	0,29	0,34
			Вуксал Біо Аміноплант	0,32	0,31	0,33
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,37	0,28	0,33	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,39	0,25	0,33	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,31	0,28	0,30	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,31	0,31	0,32	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,37	0,27	0,32	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,32	0,30	0,33	
	HIP ₀₅			0,05	0,04	0,04

ДОДАТОК Ж.10

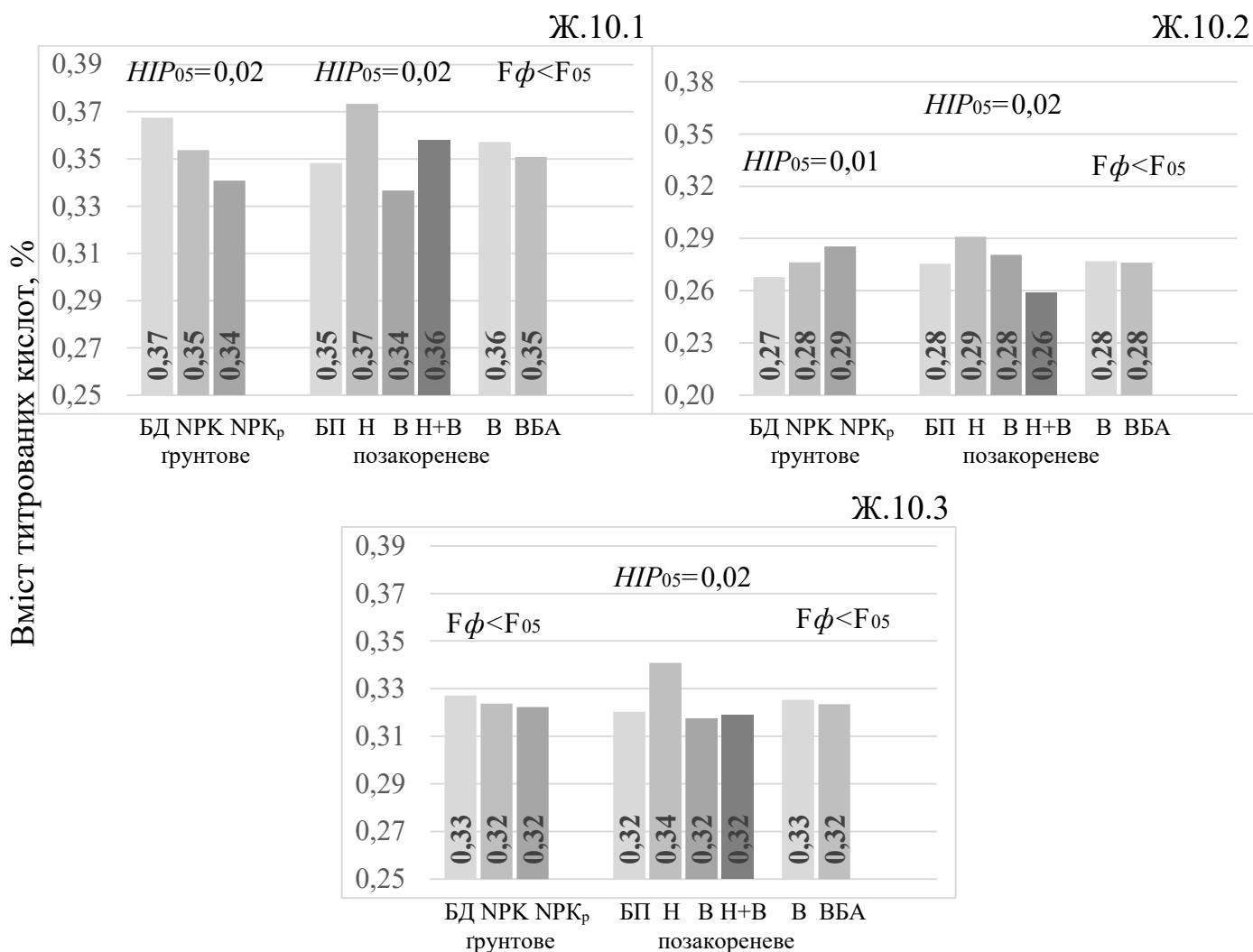


Рис.Ж.10.1 – Ж.10.3 Вміст титрованих кислот у плодах яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення: (БД – без добрив, NPK – N₁₂₀P₉₀K₉₀, NPK_p – NPK_{розрахунковий}, BP – без підживлення (вода), N – навесні (азот + бор), V – восени (азот + бор), N+V - навесні + восени (азот + бор), V – вода, ВБА - Вуксал Біо Аміноплант) – результати дисперсійного аналізу: Ж.10.1 – 2021 р., Ж.10.2 – 2022 р., Ж.10.3 – 2023 р.

ДОДАТОК Ж.11

Вплив ґрунтового удобрення (А), позакореневого підживлення (В), внесення біостимулятора - антистресанта (С) і їх взаємодії на вміст титрованих кислот у плодах, %

Рік	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	інші
2021	6,3	9,6	0,5	7,9	0,3	24,3	15,1	36,0
2022	4,7	12,6	0,02	30,0	2,7	4,9	4,1	40,9
2023	0,6	13,2	0,1	12,7	0,9	9,8	5,9	56,8

ДОДАТОК И

Вихід плодів вищого та І товарних сортів та ціна їх реалізації (середнє за 2021 – 2023 рр.)

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Сума вищого та І товарних сортів, %	Вихід плодів, т/га	Ціна реалізації, грн/т	Вартість продукції, грн
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта				
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	74,3	15,8	12000	189000,0
		Вуксал Біо Аміноплант	75,0	16,4	12000	197300,0
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	75,9	17,3	12000	207733,3
		Вуксал Біо Аміноплант	76,4	17,9	12000	214225,6
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	73,5	16,2	12000	194824,0
		Вуксал Біо Аміноплант	74,7	17,2	12000	206470,8
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	77,2	18,4	12000	220586,1
		Вуксал Біо Аміноплант	77,9	19,3	12000	231014,2
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	76,9	19,6	12000	235231,2
		Вуксал Біо Аміноплант	77,7	21,2	12000	254752,4
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	78,0	21,8	12000	261456,0
		Вуксал Біо Аміноплант	78,5	23,4	12000	280537,2
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	77,4	21,8	12000	261405,6
		Вуксал Біо Аміноплант	77,7	23,1	12000	277026,4
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	79,2	23,5	12000	281668,5
		Вуксал Біо Аміноплант	80,2	26,3	12000	315025,6
НРК розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	77,8	21,0	12000	252097,8
		Вуксал Біо Аміноплант	78,3	22,1	12000	265243,7
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	78,9	23,4	12000	281338,7
		Вуксал Біо Аміноплант	79,0	25,4	12000	304508,3
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	78,0	22,3	12000	268008,9
		Вуксал Біо Аміноплант	78,9	24,6	12000	295740,1
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	80,0	24,4	12000	292586,7
		Вуксал Біо Аміноплант	80,3	26,8	12000	322109,8

ДОДАТОК И.1

Вихід плодів II товарного сорту та ціна їх реалізації (середнє за 2021 – 2023 рр.)

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Вихід плодів II товарного сорту, %	Вихід плодів, т/га	Ціна реалізації, грн/т	Вартість продукції, грн	
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта					
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,25	5,23	10000	52273,0	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,24	5,26	10000	52613,3	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,23	5,24	10000	52388,9	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,23	5,28	10000	52808,7	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,26	5,63	10000	56326,7	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,24	5,60	10000	55971,0	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,22	5,19	10000	51908,2	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,21	5,20	10000	52018,2	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,22	5,62	10000	56204,0
			Вуксал Біо Аміноплант	0,21	5,82	10000	58196,3
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	0,21	5,87	10000	58660,0	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,21	6,12	10000	61239,0	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	0,22	6,08	10000	60792,0	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,21	6,33	10000	63284,7	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	0,20	5,89	10000	58866,3	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,19	6,15	10000	61538,7	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	0,21	5,71	10000	57108,5
			Вуксал Біо Аміноплант	0,21	5,84	10000	58363,6
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,20	5,98	10000	59801,1	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,20	6,44	10000	64363,1	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,21	6,02	10000	60239,3	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,20	6,30	10000	62979,9	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,19	5,79	10000	57907,8	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,19	6,23	10000	62345,1	

ДОДАТОК И.2

Вихід нестандартних плодів та ціна їх реалізації (середнє за 2021 – 2023 рр.)

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Вихід нестандарт них плодів, %	Вихід плодів, т/га	Ціна реалізації, грн/т	Вартість продукції, грн	
	підживлення	внесення біостимулятора- антистресанта					
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,01	0,21	4000	847,6	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,22	4000	876,9	
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,01	0,23	4000	911,1	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,23	4000	934,7	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,01	0,22	4000	883,6	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,23	4000	921,3	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,01	0,24	4000	952,4	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,25	4000	988,0	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	0,01	0,25	4000	1019,1
			Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,27	4000	1092,9
Навесні (азот + бор)		Вода (к)	0,01	0,28	4000	1117,3	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,30	4000	1192,0	
Восени (азот + бор)		Вода (к)	0,01	0,28	4000	1125,8	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,30	4000	1188,4	
Навесні + Восени (азот + бор)		Вода (к)	0,01	0,30	4000	1186,2	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,33	4000	1309,3	
НРК розрахунковий		Без підживлення	Вода (к)	0,01	0,27	4000	1079,6
			Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,28	4000	1128,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	0,01	0,30	4000	1188,9	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,32	4000	1285,3	
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,01	0,29	4000	1145,8	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,31	4000	1250,2	
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	0,01	0,30	4000	1219,1	
		Вуксал Біо Аміноплант	0,01	0,33	4000	1336,4	

ДОДАТОК І.1

<p style="text-align: center;">“ПОГОДЖЕНО”</p> <p style="text-align: center;">Ректор Уманського національного університету садівництва <i>Олена НЕПОЧАТЕНКО</i> _____ 2023 р.</p> 	<p style="text-align: center;">“ЗАТВЕРДЖЕНО”</p> <p style="text-align: center;">Керівник СФГ “БОБИК” С(Ф)Г “БОБИК” <i>Ярослав БОБИК</i> _____ 2023 р.</p> 
<p>АКТ</p> <p>впровадження науково-дослідної роботи у виробництво</p>	
<p>Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Трушева І.М. за темою: “Продуктивність яблуні на середньорослій підщепі залежно від системи удобрення в Правобережному Лісостепу України”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні яблуні СФГ “БОБИК”</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Вид впровадження – застосування систем удобрення в насадженні яблуні сортів Чемпіон і Гала. 2. Характеристика масштабів впровадження – удобрення насаджень яблуні на площі 3 га. 3. Новизна результатів науково-дослідної роботи – застосування оптимізованого ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення азотом, бором та біостимулятором – антистресантом Вуксал Біо Аміноплант. 4. Економічний ефект: комплексне застосування добрив у насадженні яблуні сприяло додатковому отриманню прибутку 74,5 – 87,7 тис. грн/га та підвищенню рентабельності на 77-90 %. 5. Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення продуктивності насаджень та якості плодів яблуні використанням розробленої системи удобрення, що дозволяє економити затрати коштів і праці. 	
<p>Уманський національний університет садівництва Відповідальний за впровадження аспірант кафедри плодівництва і виноградарства Уманського НУС <i>Іван ТРУШЕВ</i> _____ 2023 р.</p> <p>« 04 » <i>травня</i></p>	<p style="text-align: center;">СФГ “БОБИК” Головний агроном <i>Віктор БОБИК</i> _____ 2023 р.</p> 

ДОДАТОК І.2

“ПОГОДЖЕНО”
Ректор
Уманського національного
університету садівництва
Олена НЕПОНАТЕНКО
“29” листопада 2023 р.



“ЗАТВЕРДЖЕНО”
Голова ФГ «Гарна справа»
Євгеній ДУЛІН
“29” листопада 2023 р.



АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Трушева І.М за темою: “Продуктивність яблуні на середньорослій підщепі залежно від системи удобрення в Правобережному Лісостепу України”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні яблуні ФГ «Гарна справа».

1. **Вид впровадження** – агротехнічні заходи з ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення та їх вплив на продуктивність яблуні сортів Чемпіон і Голден Делішес.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень яблуні на площі 6 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – оптимізація мінерального живлення насаджень яблуні внесенням добрив на основі даних агрохімічного аналізу ґрунту для визначення фактичного вмісту макроелементів для доведення його до оптимального рівня та позакореневого підживлення вегетуючих дерев азотом, бором та Вуксал Біо Аміноплантом.
4. **Економічний ефект:** комплексне застосування добрив у насадженні яблуні сприяло додатковому отриманню прибутку в межах 64,2 – 82,7 тис. грн/га та підвищенню рентабельності на 80 - 123 %.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за використання розробленої автором економічно ефективною системою удобрення.

Уманський національний
університет садівництва
Відповідальний за впровадження
аспірант кафедри плодівництва
і виноградарства Уманського НУС
Іван ТРУШЕВ
“29” листопада 2023 р.

ФГ «Гарна справа»

Головний агроном

Володимир БАРДИК
“29” листопада 2023 р.

ДОДАТОК І.3

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
 Ректор Уманського національного
 університету садівництва
 Олена НЕПОЧАТЕНКО
 “04” грудня 2023 р.

АКТ


впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Трушева І.М за темою: “Продуктивність яблуні на середньорослій підщепі залежно від системи удобрення в Правобережному Лісостепу України”, впроваджено в насадженні яблуні навчально-виробничого відділу Уманського НУС

1. **Вид впровадження** – агротехнічні заходи з ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення та їх вплив на продуктивність яблуні сорту Чемпіон Арно.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень яблуні на площі одного гектара.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – оптимізація мінерального живлення яблуні внесенням добрив на основі даних агрохімічного визначеного фактичного вмісту в ґрунті макроелементів для доведення його до оптимального рівня та позакореневого підживлення вегетуючих дерев азотом, бором та Вуксал Біо Аміноплантом.
4. **Економічний ефект:** комплексне застосування добрив у насадженні яблуні сприяло додатковому отриманню прибутку в межах 62,3 - 127,8 тис. грн/га та підвищенню рентабельності на 46 - 84 %.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за використання розробленої автором економічно ефективною системи удобрення.


Уманський національний
 університет садівництва

Відповідальний за впровадження
 аспірант кафедри плодівництва і
 виноградарства Уманського НУС


 Іван ТРУШЕВ
 «04» грудня 2023 р.

Навчально-виробничий відділ
 Уманського НУС

Завідувач навчально-виробничого
 відділу Уманського НУС


 Роман ДЛУГОБОРСЬКИЙ
 «04» грудня 2023 р.

ДОДАТОК І.4



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

вул. Інститутська, 1 м. Умань, Черкаська обл., 20301
тел.: (04744) 4-69-89, 3-20-11 факс: (04744) 3-20-41, 3-53-18
E-mail: udau@udau.edu.ua Web: www.udau.edu.ua КОД ЄДРПОУ 00493787

31.10.2024 № 1652/01-10
На № _____ від _____

Про впровадження результатів
науково-дослідної
роботи у навчальний процес

Довідка

Видана аспіранту кафедри садівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва ТРУШЕВУ Івану Михайловичу в тому, що результати його дисертаційної роботи за темою «Продуктивність яблуні на середньорослій підщепі залежно від системи удобрення в Правобережному Лісостепу України» впроваджено в навчальний процес курсів «Плодівництво» і «Спеціальне садівництво» для студентів із спеціальностей 203 Садівництво, плодовоовочівництво та виноградарство та «Плодівництво» спеціальності 201 Агроніомія першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Перший проректор

Іван МОСТОВ'ЯК

Завідувач навчальним відділом

Наталія ІВАНОВА



01-10-1652

ДОДАТОК І.5

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ГОРОДИЩЕНСЬКИЙ ФАХОВИЙ
КОЛЕДЖ
УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА»



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
STRUCTURAL SUBDIVISION IS SEPARATED
«HORODISHCHE COLLEGE
PROFESSIONAL
UMAN NATIONAL
UNIVERSITY OF HORTICULTURE»

19502, м. Городище, Черкаської обл.
вул. 1 Травня, 42 тел. (047-34) 2-16-07
e-mail: gorkolleg@gmail.com

19502, Horodysche, Cherkasy region.
St. May 1, 42 tel. (047-34) 2-16-07
e-mail: gorkolleg@gmail.com

“ 15 ” 11 2024 року № 1021
на № _____ від _____

“ ” _____ № _____
to № _____ date _____

ДОВІДКА

Видана Трушеву І.М. про те, що результати наукової роботи дійсно доповідалися на науковій конференції «Інновації в садівництві, лісовому господарстві та аграрній економіці» присвяченій Дню працівників сільського господарства на тему: «ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯБЛУНИ ЗАЛЕЖНО ВІД РАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ».

Голова оргкомітету, директор
коледжу, кандидат с.-г. наук



Валерій ЧЕПУРНИЙ

ДОДАТОК І

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових
видань України:

Список опублікованих праць за темою дисертації.

Статті у фахових виданнях України:

3. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Щодо питань удобрення інтенсивних насаджень яблуні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Вип. 102. Ч. 1. С. 101 – 108. DOI: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-101-108 (особистий внесок 60 %, аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, написання статті; внесок співавтора 40%, підготовка матеріалу).

4. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Ріст і врожайність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 2. С. 64–70. DOI: 10.32782/2310-0478-2023-2-64-70 (особистий внесок 70 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання статті, внесок співавтора 30%, ідея).

5. Яковенко Р.В., Трушев І. М. Урожайність і якість плодів яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024. Вип. 104. Ч.1. С. 70 - 79. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-70-79 (особистий внесок 70 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання статті, внесок співавтора 30%, підготовка матеріалу).

6. Трушев І.М. Ґрунтові умови та урожайність насаджень яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від оптимізованого удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2024. № 2. С. 67 – 71. DOI: 10.32782/2310-0478-2024-2. (особистий внесок 100%, підготовка матеріалу, написання статті).

Матеріали науково-практичних конференцій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Яковенко Р.В., **Трушев І.М.** Плодоношення яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення. *Матеріали XI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни».* (Оброшине, 10.11.2022) Львів, 2022. С. 102 – 103 (особистий внесок 70 % аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання тез доповіді; внесок співавтора 30 %, ідея, підготовка матеріалу).

6. Трушев І.М. Плодоношення дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від систем удобрення. The XIV International Scientific and Practical Conference "People and the world: global problems of human development". Prague, 2023. P. 21 – 24. (особистий внесок 100%, аналіз джерел літератури, проведення польових та лабораторних досліджень, аналіз та узагальнення результатів, написання тез доповіді).

7. Яковенко Р.В., **Трушев І.М.** Якісні показники плодів яблуні сорту чемпіон Арно залежно від систем удобрення. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва: матеріали доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених.* Миколаїв, 2024. С. 49 – 51 (особистий внесок 80 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання тез доповіді; внесок співавтора 20%, ідея, підготовка матеріалу).

8. Яковенко Р.В., **Трушев І.М.** Продуктивність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від системи удобрення. *Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції.* Львів, 2024. С. 79 – 80 (особистий внесок 70 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання тез доповіді; внесок співавтора 30 %, ідея, підготовка матеріалу).

9. Trushev I.M. Quality indicators of Champion Arno apple fruits depending on optimized fertilizer. *XXVIII International scientific and practical conference «Prospects of Innovative Development in Science and Technology»*. Gothenburg, 2024. P. 15 – 17. (особистий внесок 100%, аналіз джерел літератури, проведення польових та лабораторних досліджень, аналіз та узагальнення результатів, написання тез доповіді).

10. Яковенко Р.В., Трушев І.М. Вміст основних елементів живлення у листі яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від системи удобрення. *VIII Всеукраїнська наукова інтернет-конференція «Інновації в садівництві»*. Умань, 2024. С. 20 – 22 (особистий внесок 80 %, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, написання тез доповіді; внесок співавтора 20%, ідея, підготовка матеріалу).

Які додатково відображають наукові результати дисертації:

Науково – виробничі рекомендації:

11. Яковенко Р. В., Трушев І. М. Строки позакореневого підживлення яблуні азотом і бором за оптимізованого ґрунтового удобрення / В кн.: Садівництво та виноградарство. Інноваційні розробки кафедри плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва: науково-виробничі рекомендації / В. В. Заморський, О. В. Мельник, Р. В. Яковенко та ін.; за ред. О. В. Мельника. Умань, 2024. С. 28. (особистий внесок 70 %, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання; внесок співавтора 30%, ідея, підготовка матеріалу)

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні результати проведеного дослідження обговорювалися на засіданнях кафедри плодівництва і виноградарства (щорічний звіт виконання плану), оприлюднено та обговорено на: XI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: продовольча безпека в умовах воєнного часу і повоєнної відбудови країни»

(Оброшине, 2022); XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Людина і світ: глобальні проблеми розвитку людства» (Прага, 2023); Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва» (Миколаїв, 2024); II Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології вирощування екологічно безпечної плодоовочевої продукції» (Львів, 2024); XXVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи інноваційного розвитку науки і техніки» (Гетеборг, 2024); VIII Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Інновації в садівництві» (Умань, 2024), Науковій конференції «Інновації в садівництві, лісовому господарстві та аграрній економіці» (Городище, 2024).