

**Р. В. Яковенко**

доктор сільськогосподарських наук,  
професор кафедри плодівництва і виноградарства,  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань, Україна)  
E-mail: plodroma@ukr.net

**І. М. Трушев**

аспірант кафедри плодівництва і виноградарства,  
Уманський національний університет садівництва  
(м. Умань, Україна)  
E-mail: ivantrushev@gmail.com

## РІСТ І ВРОЖАЙНІСТЬ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ

Внесення добрив – потужний спосіб регулювання продуктивності насаджень яблуні. Рациональне мінеральне живлення активізує фотосинтез, процеси росту, закладання й диференціацію генеративних бруньок, сприяє одержанню регулярних високих врожаїв, підвищенню якості плодів і зимостійкості плодкових дерев. Є однією з основних складових частин інтенсивних технологій вирощування насаджень плодкових культур. У період інтенсивного росту дерев, коли вони наращують велику вегетативну масу і для цього поглинають велику кількість поживних речовин, часто виникає потреба у внесенні добрив, але не завжди в інтенсивному саду є можливість провести цей захід. Тому, за допомогою позакореневого підживлення можна покращити живлення плодкових рослин.

Розглянуто результати досліджень впливу ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення на ростові показники та врожайність яблуні сорту Чемпіон Арно на чорноземі опідзоленому в Правобережному Лісостепу України. Дослідження проводили в 2021–2022 рр. у дослідному яблуневому саду Уманського національного університету садівництва. Об'єктом досліджень були різні схеми удобрення та підживлення дерев яблуні сорту Чемпіон Арно на підщепі ММ-106. Впродовж років досліджень встановлено, що приріст діаметра штамбу дерев змінювався від 10,7 до 16 мм і в значно залежав від удобрення.

Середній приріст пагонів на ділянках усіх досліджуваних варіантів удобрення перевищував контрольні на 12 % за ґрунтового удобрення, 15 – позакореневого підживлення і 33 % за внесення біостимулятора на фоні удобрення позакоренево азотом і бором навесні та восени за оптимізованого ґрунтового живлення. Подібна тенденція прослідковується і з показником сумарної довжини приросту залежно від досліджуваних варіантів.

У середньому за роки дослідження врожайність дерев на оптимізованому фоні удобрення на 5 % перевищувала виробничий і на 32 % абсолютний контроль. Позакоренево підживлення азотом і бором, на даному фоні, навесні та восени з внесенням біостимулятора-антистресанта, сприяло підвищенню врожайності на 21 % порівняно з контролем (обробкою дерев водою).

**Ключові слова:** яблуня, удобрення, позакоренево підживлення, ріст дерев, урожайність.

**R. V. Yakovenko**

Doctor of Agricultural Science,  
Professor at the Department of Fruit Growing and Viticulture,  
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)  
E-mail: plodroma@ukr.net

**I. M. Trushev**

Graduate student at the Department of Horticulture and Viticulture,  
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)  
E-mail: ivantrushev@gmail.com

### **GROWTH AND YIELD CAPACITY OF APPLE TREE, CULTIVAR CHAMPION ARNO, DEPENDING ON OPTIMIZED FERTILIZATION**

Applying fertilizers is a powerful way to regulate the productivity of apple trees.

Rational mineral nutrition activates photosynthesis, growth processes, the formation and differentiation of generative buds. It promotes the achievement of regular high yields, improves the quality of fruits, and enhances the winter hardiness of fruit trees. It is one of the key components of intensive cultivation technologies for fruit crop plantations. During the period of intensive growth of trees, when they build up a large vegetative mass and for this absorb a large amount of nutrients, there is often a need to apply fertilizers, but it is not always possible to carry out this measure in an intensive garden. Therefore, with the help of foliar fertilization, it is possible to improve the nutrition of fruit plants.

The results of the studying of the effect of soil fertilization and top dressing on the growth indicators and yield capacity of the apple tree, cultivar Champion Arno, grown on opodzolic chernosem in the Right-bank Forest steppe zone of Ukraine, were discussed. The research was conducted in the experimental apple orchard of Uman National University of Horticulture in 2021–2022. Various fertilization and feeding schemes for Champion Arno apple trees on MM-106 rootstock were the subject of the research. In the years under study, it was found that the stem diameter increment of the trees ranged from 10.7 to 16 mm and it was significantly dependent on fertilization.

The average shoot growth increment in the plots of all examined fertilization treatments exceeded the control by 12% for soil fertilization, 15% for foliar feeding, and 33% for the application of a biostimulant in conjunction with foliar nitrogen and boron in spring and autumn, with optimized soil nutrition. A similar trend is observed in the total length of growth increment depending on the examined variants.

On the average, over the years of the study, the yield capacity of the trees on the optimized fertilization background exceeded the production control by 4.6% and the absolute control by 31.8%. In spring and autumn, top dressing with nitrogen and boron, in addition to the application of a biostimulant-anti-stress agent, contributed to a 21% increase in the yield capacity as compared with the control (tree treatment with water).

**Key words:** apple-tree, fertilization, top dressing, tree growth, yield capacity.

**Постановка проблеми.** Мінеральне живлення є одним із основних процесів, за інтенсивного вирощування плодкових насаджень, метою застосування якого є цілеспрямоване управління ростом і плодоношенням рослин для отримання високоякісної продукції. Забезпечення виходу високотоварних плодів сприяє раціональна система удобрення яка спрямована на раціональне використання та дотримання доз, умов і способів внесення тих чи інших удобрювальних продуктів [1].

Раціональне мінеральне живлення активізує фотосинтез, процеси росту, закладання й диференціацію генеративних бруньок. Сприяє одержанню регулярних високих врожаїв, підвищенню якості плодів і зимостійкості плодкових дерев. Являється однією з основних складових частин інтенсивних технологій вирощування насаджень плодкових культур [2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Потенційна продуктивність яблуневих садів включає в себе показники ефективної взаємодії між листовим покривом і накопиченням фітомаси окремими деревами та насадженням в цілому. Провідними показниками росту є діаметр штамбу, приріст фітомаси, сумарний об'єм фітомаси, який включає в себе отриманий врожай плодів [3].

Дослідженнями Т. L. Robinson, А. N. Lakso, S. G. Carpenter [4] встановлено сильну кореляційну залежність врожайності яблуні з діаметром штамбу. За даними Е. Atay, Х. Crété, D. Loubet, Р. E. Lauri [4] зі збільшенням рівня навантаження дерева плодами максимальний добовий приріст діаметра штамбу зменшується.

Площа листової поверхні вважається одним з основних показників росту плодкових дерев та їх фотосинтетичної здатності. Добре розвинений фотосинтетичний апарат з оптимальним за об'ємом і функціональністю є одним із факторів, що зумовлюють високі сталі врожаї сільськогосподарських культур. Фотосинтетичний апарат повинен мати високу інтенсивність і продуктивність на всіх етапах росту й розвитку плодів [5, 6].

Відомо, що яблуня має високу фізіологічну чутливість у відношенні до макро- й мікроелементів. Тому, позакореневе підживлення плодкових культур фізіологічно збалансованими добривами є доречним і необхідним, тому ні в якому разі не можна відмінити технологію основного підживлення плодкових культур.

В дослідженнях В. І. Ямкового [7] встановлено, що позакореневе підживлення добривом «УА РОСТОК» на чорноземі Львівщини сприяло підвищенню врожайності на 18 т/га.

За даними П. Г. Копитка, Р. В. Яковенка, І. П. Петришиної [11] у дослідженнях, проведених в Уманському НУС, урожайність дослідних дерев груші в дослідних варіантах з оптимізацією рівнів NPK в ґрунті істотно перевищила її показники у контролі (без добрив).

В дослідженнях Р. В. Яковенка за позакореневого підживлення дерев груші азотом та мікроелементами (на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення) отримано вищі показники врожайності на 26 % сорту Золоторітська й відповідно на 39 % – сорту Основ'янська порівняно з абсолютним контролем [12].

**Мета досліджень** – встановлення впливу оптимізованої системи удобрення на ростові показники дерев яблуні сорту Чемпіон Арно на підщепі MM.106 у незрошуваному насажденні.

**Умови і методика досліджень.** Дослідження проводили у яблуневому саду Уманського національного університету садівництва зі схемою садіння дерев яблуні сорту Чемпіон Арно на підщепі MM.106 4×1,5м. Ґрунт дослідної ділянки чорнозем опідзолений з вмістом гумусу в шарах 0–20 і 20–40 см відповідно 4,4 та 3,5 %, вміст рухомих фосфатів складав 466 та 380 мг/кг, а калію – 271 та 133 мг/кг відповідно. Реакція ґрунтового розчину становила рН<sub>сол</sub> 6,7.

Схема дослідіу включає варіанти з ґрунтовим удобренням, N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> (виробничий контроль), NPK<sub>розрахунковий</sub> позакореневим підживленням (азотом і бором у різні строки і внесенням біостимулятора-антистресанта (Вуксал Біо Аміоплант).

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, друге через 10–14 діб після цвітіння) та 0,5 % – ю борною кислотою (перше – до початку цвітіння за 5–7 діб, друге – через 2–3 дні після закінчення цвітіння. Підживлення восени – карбамід (розпочинали за тиждень після збору врожаю, обприскувати тричі з 7–10 добовим інтервалом 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). Внесення біостимулятора проводили чотири рази за вегетацію: перше – по розовому бутоні (квітень), друге – у фазу зав'язування плодів (зав'язь розміром до 20 мм – травень), третє – перед червневим опаданням зав'язі (плід досягає половини типової величини), четверте – початок досягання плодів (серпень) з нормою внесення в перших обприскуваннях – 1,0 л/га і наступних – 2,0 л/га. Обробки проводили згідно рекомендацій виробника.

Об'єктом досліджень були різні схеми удобрення та підживлення дерев яблуні сорту Чемпіон Арно щеплені на підщепі ММ-106 та висаджені у 2015 році за схемою 4 × 1,5 м. Кожний варіант включав 5 дерев у триразовій повторності.

Фітометричні показники вимірювали згідно методичних рекомендацій Уманського НУС та Інституту садівництва НААН [8]. Вимірювання діаметра штамбу проводили на висоті 30 см над місцем щеплення. Довжину пагона вимірювали лінійкою від основи до верхівкової бруньки у кінці вегетації. Облік врожайності плодів проводили згідно рекомендацій описаних у методичній

літературі [8, 9]. Статистичну обробку проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм.

**Основні результати досліджень.** Приріст діаметра штамба яблуні є важливим фізіологічним показником, який показує співвідношення ростових і генеративних процесів у дерев насадження за вегетаційний період. В середньому за роки досліджень приріст діаметра штамбу дерев яблуні сорту Чемпіон Арно змінювався від 10,5 до 16 мм. (табл. 1). У 2021 році він був дещо меншим порівняно з 2022 роком, що можливо зумовлено більшим навантаженням дерев плодами. Серед варіантів удобрення (ґрунтового) істотно збільшення показника було у варіанті NPK розрахунковий порівняно з абсолютним і виробничим контролюми.

За позакореневого удобрення дерев істотно більший приріст діаметра штамбу був у варіанті з підживленням азотом та бором навесні та восени на фоні ґрунтового внесення  $N_{120}P_{90}K_{90}$  14,7 мм, що на 13 % більше, ніж аналогічний показник у контрольному варіанті. Застосування біостимулятора-антистресанта сприяло істотному підвищенню досліджуваного показника (до 16,0 мм)

Таблиця 1

**Приріст діаметра штамбу дерев яблуні залежно від удобрення та позакореневого підживлення, мм**

Ґрунтове удобрення	Позакореневе		Рік дослідження		Середнє за два роки
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	2021	2022	
Без добрив (контроль)	Без підживлення (вода)	Вода (к)	10,5	10,9	10,7
		Вуксал Біо Аміноплант	11,5	12,0	11,7
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	11,6	12,9	12,3
		Вуксал Біо Аміноплант	12,5	13,0	12,8
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	11,5	12,0	11,8
		Вуксал Біо Аміноплант	12,4	13,4	12,9
	Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	12,8	13,2	13,0
		Вуксал Біо Аміноплант	12,9	13,4	13,1
$N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль)	Без підживлення (вода)	Вода (к)	13,0	13,9	13,4
		Вуксал Біо Аміноплант	13,7	14,8	14,3
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	13,6	13,5	13,5
		Вуксал Біо Аміноплант	14,4	15,5	15,0
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	13,5	14,1	13,8
		Вуксал Біо Аміноплант	13,9	16,0	15,0
	Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	14,1	15,4	14,7
		Вуксал Біо Аміноплант	15,3	15,6	15,5
NPK розрахунковий	Без підживлення (вода)	Вода (к)	13,4	14,7	14,1
		Вуксал Біо Аміноплант	13,9	15,2	14,6
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	13,8	15,2	14,5
		Вуксал Біо Аміноплант	15,0	15,8	15,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	14,3	13,6	14,0
		Вуксал Біо Аміноплант	15,1	14,9	15,0
	Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	14,7	14,4	14,6
		Вуксал Біо Аміноплант	15,8	16,3	16,0
$HIP_{05}$			2,2	2,0	-

у варіанті з розрахунковою нормою добрив, що на 11 % більше ніж у варіанті де біостимулятор не застосовували.

Довжина пагонів плодкових дерев вказує на вікові періоди, співвідношення сили росту підщепи і помологічного сорту, рівня удобрення насаджень, (табл. 2). У садівництві даним показником може визначатись потреба у збільшенні чи навпаки зменшенні норм добрив. Вважається, що довжина пагона 25–40 см є оптимальною для отримання високих урожаїв яблуні, формування плодоносних утворень і закладання генеративних бруньок [10]. Проведені дослідження підтвердили, що при застосуванні удобрення посилюється ріст пагонів, що позитивно впливає на закладання плодкових утворень і в подальшому на врожайність насаджень.

Середня довжина пагона дерев яблуні впродовж періоду досліджень суттєво різнилася залежно від типу та строку внесення добрив. Так у 2021 році найбільший показник (32,9 см) було отримано у варіанті із внесенням розрахункової норми NPK та підживленням навесні + Вуксал Біо Аміноплант. У 2022 році перевагу за середньою довжиною пагона (35,3 см) було відмічено в тому

ж варіанті ґрунтового удобрення, але за підживлення навесні та восени азотом і бором з внесенням біостимулятора-антистресанта. В середньому за два роки досліджень середній приріст пагонів на ділянках всіх досліджуваних варіантів удобрення перевищував контрольні на 12 % за ґрунтового удобрення, 15 – позакореневого підживлення та 33 % за внесення біостимулятора на фоні удобрення позакоренево азотом і бором навесні та восени за оптимізованого ґрунтового живлення.

Одним із важливих показників продуктивності насаджень яблуні є сумарний приріст пагонів (табл. 3). Прослідковується подібна до середнього приросту пагонів тенденція щодо впливу різних варіантів ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення. Слід зазначити, що зменшення врожайності дерев сприяло інтенсивнішому росту пагонів на дереві.

Залежно від ростових показників по різному формувалась врожайність дерев на ділянках досліджуваних варіантів удобрення (табл. 4).

Оптимізація системи удобрення плодкових насаджень призводить до підвищення їх урожайності. Це спостерігалось і у проведених

Таблиця 2

**Середня довжина пагона дерев яблуні залежно від удобрення та позакореневого підживлення, см**

Ґрунтове удобрення	Позакоренево		Рік дослідження		Середнє за два роки
	підживлення	внесення біостимулятора-антистресанта	2021	2022	
Без добрив (контроль)	Без підживлення (вода)	Вода (к)	23,7	27,9	25,8
		Вуксал Біо Аміноплант	25,2	28,8	27,0
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	27,5	29,5	28,5
		Вуксал Біо Аміноплант	29,4	27,8	28,6
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	27,3	28,4	27,9
		Вуксал Біо Аміноплант	28,5	29,5	29,0
	Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	25,2	29,4	27,3
		Вуксал Біо Аміноплант	28,3	30,2	29,3
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> (виробничий контроль)	Без підживлення (вода)	Вода (к)	25,9	28,5	27,2
		Вуксал Біо Аміноплант	30,5	30,1	30,3
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	28,4	28,4	28,4
		Вуксал Біо Аміноплант	29,6	30,4	30,0
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	25,9	27,4	26,7
		Вуксал Біо Аміноплант	30,1	30,8	30,5
	Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	29,6	32,1	30,9
		Вуксал Біо Аміноплант	30,5	34,1	32,3
NPK розрахунковий	Без підживлення (вода)	Вода (к)	29,2	28,4	28,8
		Вуксал Біо Аміноплант	28,5	32,2	30,4
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	30,5	27,9	29,2
		Вуксал Біо Аміноплант	32,9	29,8	31,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	30,6	32,4	31,5
		Вуксал Біо Аміноплант	30,9	34,8	32,9
	Навесні + восени (азот + бор)	Вода (к)	28,1	29,2	28,7
		Вуксал Біо Аміноплант	31,2	35,3	33,3
HIP <sub>05</sub>			2,0	1,5	-

**Сумарна довжина однорічного приросту дерев яблуні залежно від удобрення та позакореневого підживлення, м**

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

дослідженнях. У 2021 році врожайність дослідних дерев яблуні сорту Чемпіон Арно була в межах 22,0–35,9 т/га. Найвищий показник врожайності отримано у варіанті із внесенням розрахункової норми NPK та підживленням навесні та восени азотом і бором у поєднанні із застосуванням Вуксал Біо Аміноплант що на 41 % вище ніж даний показник на абсолютному контролі.

У 2022 році урожайність дерев різнилася під впливом досліджуваних варіантів та істотно переважала у варіанті ґрунтового удобрення NPK<sub>розрахунковий</sub> за позакореневого підживлення навесні та восени і додатковою обробкою Вуксалом Біо Аміноплантом (24,0 т) що на 19 % вище врожайності дерев на абсолютному контролі.

В середньому за роки дослідження врожайність дерев на оптимізованому фоні удобрення на 5 % перевищувала виробничий і значно на 32 % абсолютний контроль. Позакоренеve підживлення азотом і бором, на даному фоні, навесні та восени з внесенням біостимулятора-антистресанта, сприяло підвищенню врожайності на 21 % порівняно з обробкою дерев водою (контроль).

**Висновки.** В середньому за два роки проведення досліджень серед варіантів удобрення (ґрунтового) істотне збільшення приросту діаметра штамбу на 32 % було у варіанті з розрахунковою нормою добрив, порівняно з абсолютним контролем.

Середній приріст пагонів на ділянках усіх досліджуваних варіантів удобрення перевищував контрольні на 12 % за ґрунтового удобрення, 15 – позакореневого підживлення і 33 % за внесення біостимулятора на фоні удобрення позакоренево азотом і бором навесні та восени за оптимізованого ґрунтового живлення. Подібна тенденція прослідковується і з показником сумарної довжини приросту залежно від досліджуваних варіантів.

За оптимізованої норми ґрунтового удобрення дерев сорту Чемпіон Арно врожайність переважала на 5 % виробничий і на 32 % абсолютний контроль. Позакоренеve підживлення азотом і бором, на даному фоні, навесні з внесенням біостимулятора-антистресанта, сприяло підвищенню врожайності на 21 % порівняно з обробкою дерев водою (контроль).

**Врожайність насаджень яблуні залежно від удобрення та позакореневого підживлення, т/га**

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

### Література

- Мельник І. О., Мельник О. В. Весняне удобрення яблуні. Новини садівництва. 2006. № 2. С. 14–16.
- Копитко П. Г. Удобрення плодкових і ягідних культур. Київ: Вища школа, 2001. 205 с.
- Chou S., Chen B., Chen J., Wang M., Wang S., Croft H., Shi Q. Estimation of leaf photosynthetic capacity from the photochemical reflectance index and leaf pigments. Ecol. Indic. 2020. Vol. 110. P. 105867. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105867>.
- Atay E., Crété X., Loubet D., Lauri P. E. Effects of different crop loads on physiological, yield and fruit quality of 'JoyaTM' apple trees: High crop load decreases maximum daily trunk diameter and does not affect stem water potential. International Journal of Fruit Science. 2021. Vol. 21(1). P. 955–969. DOI:10.1080/15538362.2021.1951922 (date of access: July 2021).
- Dorigoni A., Micheli F. The fruit wall: are tall trees really necessary European fruitgrowers magazine. 2015. № 6. P. 10–13.
- Kers M. Mehr Blütenknospen durch licht reflektierende exten-day – folie. European fruitgrowers magazine. 2010. № 7. P. 18–19.
- Ямковий В. І. Продуктивність яблуні залежно від застосування мікродобрив «УА Росток». Садівництво по-українськи. 2016. № 2. С. 14–16.
- Кондратенко П. В., Бублик М. О. Методика проведення польових досліджень з плодovими культурами. Київ, 1996. 95 с.
- Єщенко В., Копитко П., Костогриз П., Опришко В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.
- Чебан С. Д. Особливості росту і плодоношення яблуні на підщепі мм106 в правобережному лісостепу України залежно від норми та способів застосування азотних добрив : автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.07. Умань, 2005. 10 с.
- Копитко П. Г., Яковенко Р. В., Петришина І. П. Дослідження з оптимізації мінерального живлення в насажденні груші. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2013. Вип. 83. С. 101–106.

12. Яковенко Р.В. Основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізованого удобрення : дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.07. Умань, 2022. 267 с.

### References

- Melnyk I.O., Melnyk O.V. Vesnianе udobrennia yabluni. (2006). [Spring fertilization of apple trees. Novyny sadivnytstva (News about horticulture)]. № 2. P. 14–16 [in Ukrainian].
- Kopytko P.H. Udobrennia plodovyh i yahidnyh kultur. (2001). [Fertilization of fruit and small fruit/berry crops: Pidruchnyk. K.: Vyshcha shkola, 205 p. [in Ukrainian].
- ChouS.; ChenB.; ChenJ.; WangM.; WangS.; CroftH.; ShiQ. Otsinka fotosyntetychnoi zdatnosti lystia vid pokaznyka fotohimichnogo vidbyttia i pigmentatsii lystia. (2020) [Estimation of leaf photosynthetic capacity from the photo-chemical reflectance index and leaf pigments]. Ecol. Indic. Vol. 110. P. 105867. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105867>. [in English]
- Atay E., Crété X., Loubet D., Lauri P. E. Vplyv navantazhennia riznyh kultur na fiziologichnu, urozhainu yakist plodiv derev yabluni sortu 'JoyaTM'. Vysoke urozhaine navantazhennia zmenshuie denniyi diametr stobtura i ne vplyvaie na vodnyi potentsial stebila. (2021). [Effects of different crop loads on physiological, yield and fruit quality of 'JoyaTM' apple trees: High crop load decreases maximum daily trunk diameter and does not affect stem water potential]. Mizhnarodnyi zhurnal z plodivnytstva. [International Journal of Fruit Science]. Tom 21. C. 955–969. [Vol. 21(1). P. 955–969]. DOI:10.1080/15538362.2021.1951922 (date of access: July 2021) [in English].
- Dorigoni A., Micheli F. Plodova stina: chy spravdi potribni vysoki dereva? (2015) [The fruit wall: are tall trees really necessary] Yevropeyskyi zhurnal sadovodiv. № 6. S.10–13. [European fruit growers' magazine. No 6. P.10–13] [in English].
- Kers M. Mehr Blüten knospendurchlicht reflektieren deextenday – folie. Yevropeyskyi zhurnal sadovodiv. 2010. № 7. S.18–19. [European fruit growers' magazine]. 2010. No 7. P. 18–19 [in English].
- Yamkovy V. I. Produktyvnyist yabluni v zalezhnosti vid vnesennia mikro-dobryv "UA Rostok". (2016). Sadivnytstvo po Ukraini. № 2. S. 14–16. [Apple tree productivity in relation to the application of micro-fertilizers "UA Rostok".] [Horticulture in Ukrainian.] № 2. P. 14–16 [in Ukrainian].
- Kondratenko P.V., Bublyk M.O. Metodolohiya provedennia poliovyh doslidiv z plodovymy kulturamy. Kyiv, 1996. 95 s. [Methodology of carrying out field experiments with fruit crops]. Kyiv, 1996. 95 p. [in Ukrainian].
- YeschenkoV., KopytkoP., KostohryzP., OpryshkoV. Osnovy provedennia doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk. Vinnytsia: PP "TD Edelveis I Ko", (2014), 332 s. [Principles of doing the research in agronomy: a textbook]. Vinnytsia: PE "TH Edelveis and Co", 2014. 332 p. [in Ukrainian].
- Cheban S.D. Spetsyfichni aspekty rostu i plodonoshennia yabluni na pidshchepi MM 106, shcho vyroshchувalas na pravoberezhnomu lisostepi Ukrainy, v zalezhnosti vid norm ta metodiv vnesennia azotnyh dobrov: rukopys dysertatsii kandydata silskohospodarskyh nauk. Uman. UDAU. 2005. 10 s. [Specific features of the apple tree growth and fruiting on rootstock MM 106, grown in the Right-bank forest steppe zone of Ukraine, depending on the rates and application technique of nitrogen fertilizers: an abstract of the thesis of a candidate of sciences (Agr)]. Uman. USAU. 2005. – 10 p. [in Ukrainian].
- Kopytko P.H., Yakovenko R.V., Petryshyna I.P. Doslydy iz vyvchennia optymizatsii mineralnogo zhyvlennia na yablunevyh i hrushevyh plantatsiiakh. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnogo universytetu sadivnytstva. 2013. C. 101–106. [Trials aimed at studying the optimization of mineral nutrition in pear tree orchards/plantations. Proceedings of the scientific works of Uman national university of horticulture]. 2013., P. 101–106 [in Ukrainian].
- Yakovenko R.V. Pryntsypy pidvyshchennia produktivnosti yabluni i hrushi za optymizovanoho udobrennia: dysertatsiia doktora silskohospodarskyh nauk: 06.01.07/UNUS, Uman, 2022. 267 s. [Principles of the enhancement of the apple and pear tree productivity under the optimized fertilization: the thesis of a doctor of sciences (Agr): 06.01.07 /UNUH]. Uman, 2022. 267 p. [in Ukrainian].