

УДК 634.4/631,8

DOI:10.37128/2707-5826-2024-2-12

**ПРОДУКТИВНІСТЬ  
ЯБЛУНЕВОГО САДУ  
ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ**

**О.П. ТКАЧУК**, доктор с.-г. наук,  
професор  
Вінницький національний аграрний  
університет  
**А.Т. МІЗЕРІЙ**, аспірантка,  
Вінницький національний аграрний  
університет

Інтенсивні яблуневі сади в Україні займають близько 70 % від їхньої загальної кількості й передбачають застосування високих норм мінеральних добрив і багаторазове застосування пестицидів. Незважаючи на це, загалом у всіх категоріях господарств урожайність яблук залишається на низькому рівні. Разом з тим знижуються прибутки господарств через збільшення затрат на вирощування та зниження реалізаційної ціни. Можливе погіршення якості та екологічної безпечності одержаної продукції. Тому перспективним напрямом плідництва в Україні є виробництво органічної продукції. Воно обмежує використання мінеральних добрив, особливо азотних і синтетичних пестицидів. Але через це урожайність в органічному саду може різко знизитися, порівнюючи з інтенсивним садом: з 30–40 т/га в інтенсивному садівництві до 10–12 т/га – в органічному.

Тому для зменшення деградаційних процесів у ґрунтах, поліпшення якості й екологічної безпечності одержаної продукції, що відповідатиме вимогам органічного виробництва, необхідно переходити від використання традиційних мінеральних добрив на їхню альтернативу: органічних, біологічних, мікродобрив й інших. Оскільки в умовах нестачі органічних добрив забезпечити ними усю садівничу галузь неможливо, то важливий акцент має ставитись на біодобрива. Але їхня ефективність у садівництві практично не вивчена, особливо, порівнюючи з традиційними мінеральними добривами.

Мета досліджень – встановити показники індивідуальної продуктивності й урожайності плодів інтенсивного яблуневого саду за використання біодобрив серії Біонорма.

За умови удобрення яблуневого саду інтенсивного типу мінеральними й біодобривами серії Біонорма, найвища урожайність плодів забезпечується внесенням комплексного мінерального добрива у нормі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 39,617 т/га. Водночас, замінюючи мінеральні добрива на біологічне добриво Біонорма азот урожайність плодів зменшується на 8,0 % і становить 36,451 т/га. Це біологічне добриво забезпечує урожайність яблук на 1,8 % більшу, ніж внесення мінерального азоту  $N_{60}$ , і на 26,1 % більшу, ніж внесення мінерального фосфору  $P_{60}$ . Висока урожайність яблук за внесення біодобрива Біонорма азот забезпечується найбільшою кількістю закладених плодів, найменшим відсотком їхнього опадання впродовж червня–серпня, найвищим відсотком збереження плодів до збору урожаю та найбільшою їхньою кількістю до збору урожаю з одного дерева.

**Ключові слова:** яблуневий сад, удобрення, продуктивність, показники, урожайність.

**Табл. 3. Рис. 3. Літ. 15.**

**Постановка проблеми.** Сучасне інтенсивне садівництво має відповідати кільком важливим умовам: карликова або напівкарликова підщепа, встановлення шпалер, інтенсивне удобрення мінеральними добривами й хімічний захист від шкочинних організмів, наявність краплинного зрошення, загушеність посадки, відповідність сорту, специфічна обрізка й формування

крони. Така технологія дозволить одержати урожайність плодів понад 40 т/га. Високотехнологічні інтенсивні яблуневі сади, високопродуктивні, менш витратні, можуть відзначатися кращою якістю одержуваних плодів як у промисловому, так і в присадибному садівництві [1].

Досить поширеними в умовах інтенсивного садівництва є насадження плодових яблуневих садів, частка яких сягає понад 70 % у загальній структурі багаторічних насаджень України. Саме на яблуневих садах були створені перші інтенсивні плантації, що були направлені на підвищення продуктивності плодових насаджень. Проте, незважаючи на заходи інтенсифікації садівництва, за даними статистичних спостережень, середня урожайність плодів яблук в господарствах усіх категорій в Україні становить близько 16 т/га. У Польщі урожайність яблук становить 20 т/га, а в Італії – 44 т/га, що перевершує найкращі показники урожайності яблук в окремих українських садівничих господарствах. Така низька урожайність яблуневих садів в Україні вимагає продовження запровадження технологічних заходів, що сприяють підвищенню продуктивності садів [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Подальша інтенсифікація садівництва безумовно супроводжуватиметься підвищенням затрат на вирощування продукції і погіршенням якості, а також екологічної безпечності одержаної продукції. Це може проявитися також у вигляді зниження реалізаційної ціни в умовах перевиробництва яблук, відсутності або обмеження експорту плодової продукції за кордон. Тому перспективним напрямом садівництва в Україні є виробництво органічної продукції [3].

Органічний ринок сільськогосподарської продукції у світі щороку зростає на 3–5 %. Він є досить перспективним у Європейському Союзі. Органічне садівництво є пріоритетним напрямом розвитку в Україні. Воно обмежує використання мінеральних добрив, особливо азотних і синтетичних пестицидів. Проте значного поширення органічне садівництво поки що не набуло, незважаючи на те, що ціна органічної продукції плодів є на порядок вищою. Основними перешкодами повільного переходу українського садівництва на органічні технології є несистемність і недостатня кількість знань щодо технологій органічного вирощування. В Україні органічне садівництво почало розвиватися не більше 10 років тому [4].

Основне завдання органічного садівництва – це виробництво екологічно безпечної продукції. Але через відмову від використання мінеральних добрив і синтетичних пестицидів урожайність в органічному саду може різко знизитися, порівнюючи з інтенсивним садом: з 30–40 т/га в інтенсивному садівництві до 10–12 т/га – в органічному [5].

Тому вирішення цієї проблеми лежить у площині створення інтенсивних садів з органічними умовами виробництва. Вони передбачають використання сертифікованих органічних препаратів для удобрення та захисту рослин, враховуючи внесення високих норм мінеральних добрив у інтенсивних садах, що можуть сягати до 100 кг/га мінерального азоту, фосфору й калію [6].

Науково доведено, що використання ґрунтів під сади зумовлює їхню потужнішу деградацію, ніж під ріллею. Це викликано інтенсивним й одноманітним обробітком ґрунту, багаторічною монокультурою садових рослин, багаторазовим внесенням пестицидів і мінеральних добрив, великим відчуженням біомаси плодів під час обрізки гілок. Мінеральні добрива привносять у ґрунт кадмій, свинець, цинк, манган, арсен й інші токсичні елементи [7].

Тому для зменшення деградаційних процесів у ґрунтах, поліпшення якості й екологічної безпечності одержаної продукції, що відповідатиме вимогам органічного виробництва, необхідно переходити від використання традиційних мінеральних добрив на їхню альтернативу: органічних, біологічних, мікродобрив й інших. Оскільки в умовах нестачі органічних добрив забезпечити ними усю садівничу галузь неможливо, то важливий акцент має ставитись на біодобрива. Але їхня ефективність у садівництві практично не вивчена, особливо, порівнюючи з традиційними мінеральними добривами [8–9].

**Мета досліджень** – встановити показники індивідуальної продуктивності й урожайності плодів інтенсивного яблуневого саду за використання біодобрив серії Біонорма.

**Матеріали і методи досліджень.** Польові спостереження проводили у 2022–2023 рр. в інтенсивному напівкарликовому яблуневому саду Вінницького національного аграрного університету. Сорт яблук – Джонатан. Ґрунт у саду – сірий опідзолений середньосуглинковий.

Вивчали вплив традиційних мінеральних добрив і біодобрив серії Біонорма на показники збереження, наростання, індивідуальної продуктивності й урожайності плодів яблук. Серед мінеральних добрив вносили аміачну селітру у нормі 60 кг/га мінерального азоту, суперфосфат подвійний у нормі 60 кг/га мінерального фосфору й нітроамофоску у нормі по 60 кг/га мінерального азоту, фосфору й калію. Мінеральні добрива вносили розкидним способом у пристовбурні круги дерев весною із загортанням їх у ґрунт. Біодобрива серії Біонорма містили: Біонорма азот у нормі 10 л/га, Біонорма фосфор у нормі 10 л/га, Біонорма сад у нормі 5 л/га. Біодобрива вносили обприскуванням приствольних кругів ґрунту з витратою робочої рідини 200 л/га з послідувачим загортанням їх у ґрунт. Внесення препаратів проводили весною.

На обліковій ділянці розміщувався один ряд дерев, що становив 60 м<sup>2</sup> у чотириразовій повторності. Проводили наступні спостереження та обліки: рахували загальну кількість закладених плодів на одному дереві, відсоток червневого, липневого і серпневого опадання плодів [10]. Вимірювали динаміку середнього діаметру плодів у червні, липні, серпні, вересні [11]. Визначали показники індивідуальної продуктивності дерев: підраховували кількість плодів перед збиранням; методом зважування визначали середню масу одного плоду. Урожайність плодів з дерева визначали методом прямого суцільного зривання та зважування [12]. Проводили розрахунок кореляційно-регресійної

залежності між досліджуваними чинниками.

Біонорма азот – це препарат вільноживучих й асоціативних азотфіксувальних бактерій для покращення азотного живлення сільськогосподарських культур. Містить у своєму складі вільноживучі азотфіксувальні бактерії: *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, асоціативні азотфіксувальні бактерії *Azospirillum brasilense*, *Azospirillum lipoferum* [13].

Біонорма фосфор – препарат ґрунтових спорових бактерій та мікроміцетів, які характеризуються високою фосфатмобілізувальною активністю, призначений для покращення фосфорного живлення сільськогосподарських культур. Містить спорові бактерії *Bacillus megaterium* і *Bacillus amyloliquefaciens*, а також мікроміцетів *Trichoderma harzianum* [14].

Біонорма сад – це препарат, що містить три види бактерій та представника роду стрептоміцетів. Усі вони разом забезпечують повноцінний захист садових культур, особливо на початкових етапах вегетації та покращення росту й живлення садових культур завдяки вмісту у препараті живих клітин мікроорганізмів *Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces sp.* [15].

**Виклад основного матеріалу.** Одним із важливих чинників формування та збереження урожаю плодів яблук є загальна кількість закладених плодів на одному дереві й інтенсивність їхнього опадання. Нами виявлено найбільшу кількість закладених плодів яблук на одному дереві за удобрення препаратом Біонорма азот – 330 штук. Це було на 23,9 % більше, ніж на контрольному варіанті без внесення добрив, де закладено 251 плід. Також багато плодів було сформовано на варіанті з комплексним мінеральним удобренням  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 317 плодів, що було на 20,8 % більше, ніж на контролі. Найменша кількість плодів була сформована на варіантах з внесенням біологічного добрива Біонорма фосфор і Біонорма сад – по 191 плоду, що було на 23,9 % менше, ніж на контролі. Також менше, ніж на контролі було закладено плодів на варіантах удобрення мінеральним азотним добривом  $N_{60}$  – 215 плодів і мінеральним фосфорним добривом  $P_{60}$  – 207 плодів (табл. 1).

Проте загальна кількість закладених деревом плодів на одному дереві не визначає кінцеву урожайність, оскільки плодовим деревам характерне опадання несформованих плодів. Цей процес зумовлений скиданням деревом надлишкової кількості плодів внаслідок нестачі вологи, поживних речовин і інших несприятливих умов вегетації. На дереві залишається стільки плодів, скільки воно може забезпечити у достатній кількості для повноцінного їхнього дозрівання. Виділяють червнєве, липнєве і серпнєве опадання плодів.

Найбільше опадання плодів у червні було виявлено на контрольному варіанті без внесення добрив – 22,6 % від загальної кількості закладених плодів. Найменше опало плодів на варіантах з внесенням біодобрива Біонорма азот – 12,6 % і мінерального фосфору  $P_{60}$  – 12,9 % від загальної кількості закладених плодів. Серед варіантів із внесенням добрив найбільше опало плодів у червні,

Таблиця 1

## Інтенсивність передчасного опадання плодів яблук залежно від удобрення

Варіант удобрення	Загальна кількість закладених плодів на одному дереві, шт.	Червнєве опадання плодів, %	Липнєве опадання плодів, %	Серпнєве опадання плодів, %	Залишилось плодів, шт.	
					шт.	%
N <sub>60</sub>	215	14,0	1,1	2,8	177	82,1
P <sub>60</sub>	207	12,9	0,8	2,6	173	83,7
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	317	14,0	0,4	1,3	267	84,3
Біонорма азот	330	12,6	0,3	1,2	283	85,9
Біонорма фосфор	191	17,5	0,5	1,7	153	80,1
Біонорма сад	191	15,7	0,3	1,2	158	82,8
Без добрив (контроль)	251	22,6	1,1	1,6	188	74,7

*Джерело сформовано на основі власних досліджень*

де вносили добриво Біонорма фосфор – 17,5 %. Липнєве і серпнєве опадання плодів було незначним, порівнюючи з червнєвим. Зокрема, у липні було втрачено 0,3–1,1 % від усіх закладених плодів. Найбільші втрати спостерігались на контрольному варіанті без добрив і за внесення мінерального азоту N<sub>60</sub>, а найменші – на варіантах із внесенням біодобрив Біонорма азот і Біонорма сад. Серпнєве опадання плодів становило 1,2–2,8 %. Найбільше воно було на варіанті з внесенням мінерального азоту N<sub>60</sub> і мінерального фосфору P<sub>60</sub>, а найменше – за внесення біодобрив Біонорма азот, Біонорма сад і комплексного мінерального добрива N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Загалом з урахуванням втрат плодів, які опали під час літнього опадання, найбільше плодів до кінця вегетації зберігалось на варіанті внесення біодобрива Біонорма азот – 283 плоди й комплексного мінерального удобрення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 267 плодів. Це було відповідно на 33,6 % і 29,6 % більше, ніж на контролі без внесення добрив. Найменше до збирання залишилось плодів на варіанті з внесенням мінерального азоту N<sub>60</sub> і мінерального фосфору P<sub>60</sub> – відповідно 177 і 173 плоди. Це було на 5,6 % і на 8,0 % менше, ніж на контролі.

Загалом найбільший відсоток плодів яблук зберігся від закладених плодів до збирання на варіанті з внесенням біодобрива Біонорма азот – 85,9 % і комплексного мінерального добрива N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 84,3 %. Це було відповідно на 11,2 % і 9,6 % більше, ніж на контрольному варіанті без внесення добрив, де частка збережених плодів становила 74,7 %. Серед варіантів із внесенням добрив найменше зберігалось плодів до кінця вегетації за внесення біодобрива Біонорма фосфор – 80,1 %. Але це також було на 5,4 % більше, ніж на варіанті без внесення добрив.

Важливим фактором, що впливає на формування продуктивності плодів яблук є інтенсивність їхнього наростання, що проявляється у збільшенні розмірів яблук. Ми досліджували динаміку зміни діаметру плодів яблук впродовж проміжку червень–вересень, як показник формування їхньої продуктивності.

У червні найбільший діаметр плодів яблук спостерігався на варіанті внесення мінерального азоту  $N_{60}$  – 5 см, а найменший – на варіанті внесення біодобрива Біонорма фосфор і на контролі без внесення добрив – по 3 см. На решти варіантах діаметр плодів становив близько 4 см (табл. 2).

Таблиця 2

**Динаміка зростання діаметра плодів яблук залежно від удобрення**

Варіант удобрення	Діаметр плодів, см				Відсоток зростання діаметру плодів з червня до вересня
	червень	липень	серпень	вересень	
$N_{60}$	5,0	5,5	5,7	6,0	16,7
$P_{60}$	4,0	4,5	6,0	6,2	35,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,0	4,3	5,0	5,2	23,1
Біонорма азот	4,0	4,5	5,0	5,5	27,3
Біонорма фосфор	3,0	4,5	5,6	5,8	48,3
Біонорма сад	4,0	4,6	6,0	6,5	38,5
Без добрив (контроль)	3,0	4,2	5,5	5,8	48,3

*Джерело сформовано на основі власних досліджень*

У липні найбільший діаметр плодів яблук зберігся на варіанті внесення мінерального азоту  $N_{60}$  – 5,5 см, а найменший – на контрольному варіанті без внесення добрив – 4,2 см і за внесення комплексного мінерального добрива  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 4,3 см. У серпні найбільший діаметр яблук спостерігався на варіантах внесення мінерального фосфору  $P_{60}$  і біодобрива Біонорма сад – по 6,0 см. Найменший діаметр яблук спостерігався на варіанті внесення комплексного мінерального добрива  $N_{60}P_{60}K_{60}$  і біодобрива Біонорма азот – по 5,0 см.

У вересні найбільшого діаметру яблук досягли плоди з варіанту внесення біодобрива Біонорма сад – 6,5 см, а найменшого – з варіанту внесення комплексного мінерального добрива  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 5,2 см. На контрольному варіанті без внесення добрив діаметр плодів становив 5,8 см. Це було на 10,8 % менше, ніж діаметр плодів з варіанту внесення біодобрива Біонорма сад; на 6,5 % менше, ніж з варіанту внесення мінерального фосфору  $P_{60}$  і на 3,3 % менше, ніж на варіанті внесення мінерального азоту  $N_{60}$ . На решти варіантах діаметр плодів яблук був на 5,2–10,3 % менший, ніж на контролі за винятком варіанту внесення біодобрива Біонорма фосфор, де діаметр плодів був такий же, як на контролі.

За період червень–вересень діаметр плодів яблук зріс на 16,7–48,3 %. Найбільш інтенсивне зростання діаметру плодів було встановлене на варіантах внесення біодобрива Біонорма фосфор і на контролі без добрив – по 48,3 %, з 3,0 до 5,8 см. Але на цих варіантах діаметр плодів у червні був найменшим, порівнюючи з іншими варіантами.

Також висока інтенсивність зростання діаметру плодів яблук за досліджуваний період була встановлена на варіантах внесення біодобрива Біонорма сад – 38,5 %, з 4,0 до 6,5 см і внесення мінерального фосфору P<sub>60</sub> – 35,5 %, з 4,0 до 6,2 см. Саме на варіанті внесення біодобрива Біонорма сад у вересні було встановлено найбільший діаметр плодів яблук з усіх варіантів. Найменш інтенсивне зростання діаметру плодів яблук за чотири місяці було виявлене на варіанті внесення мінерального азоту N<sub>60</sub> – 16,7 %, з 5,0 до 6,0 см. Але на цьому варіанті діаметр плодів у червні був найбільшим з усіх варіантів.

Нами виявлено сильну негативну кореляційну залежність між кількістю плодів яблук на дереві та їхнім діаметром ( $r = -0,8029$ ). Це вказує на те, що чим більше плодів яблук формується на дереві, тим вони мають менший діаметр плодів. Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,6447$  показує, що діаметр плодів на 64 % залежить від кількості плодів на дереві. Графічна залежність між досліджуваними чинниками й рівняння регресії представлені на рис. 1.

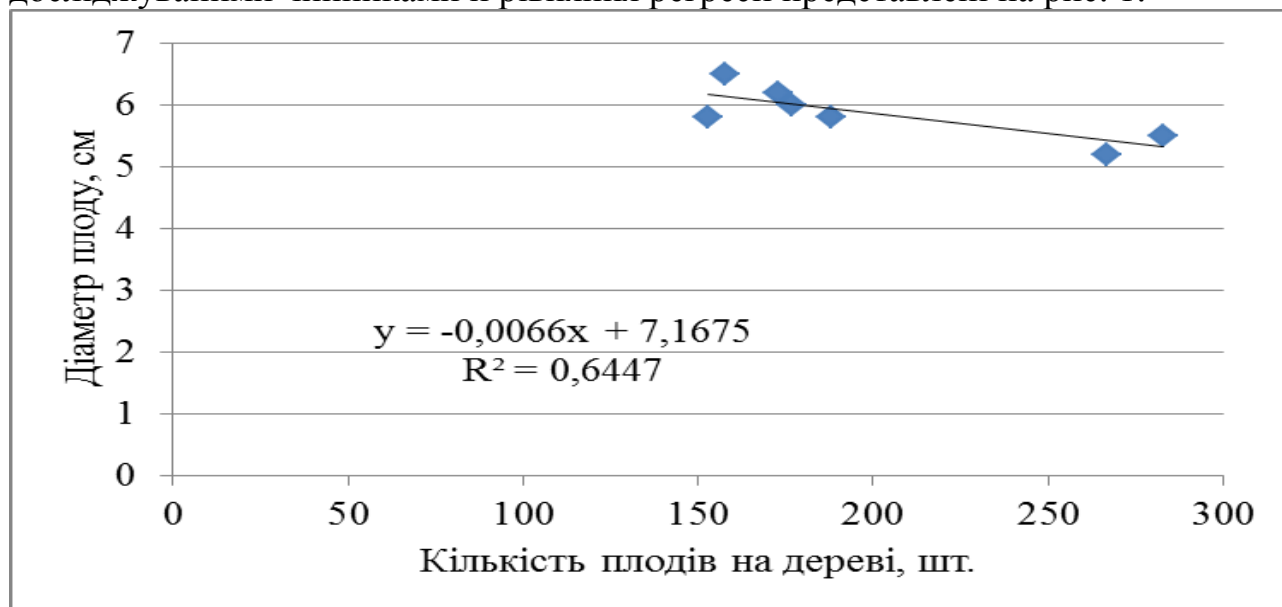


Рис. 1. Кореляційно-регресійна залежність і рівняння регресії між кількістю плодів на дереві та їхнім діаметром

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Показниками індивідуальної продуктивності плодів є їхня кількість на дереві й середня маса одного плоду. Найбільша кількість плодів на одному дереві була встановлена на варіанті внесення біодобрива Біонорма азот – 283 плоди, що було на 95 плодів яблук більше, ніж на контрольному варіанті, де плодів налічувалось 188 штук. Також багато плодів яблук було виявлено на варіанті внесення комплексного мінерального добрива N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 267 штук. Це було на 79 плодів більше, ніж на контролі. Найменша кількість плодів була виявлена на варіантах внесення біодобрива Біонорма фосфор – 153 плоди, що було на 35 плодів менше, ніж на контролі й на варіанті внесення біодобрива Біонорма сад – 158 плодів, що було на 30 плодів менше, ніж на контролі (табл. 3).

Таблиця 3

**Індивідуальна продуктивність і урожайність яблук  
залежно від удобрення**

Варіант удобрення	Кількість плодів на дереві, шт.	Середня маса одного плоду, г	Товарність плодів, %	Збір яблук з дерев, кг	Урожайність яблук, т/га
N <sub>60</sub>	177	122	90	21,59	35,788
P <sub>60</sub>	173	100	95	17,23	28,562
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	267	90	95	23,90	39,617
Біонорма азот	283	78	95	21,99	36,451
Біонорма фосфор	153	106	95	16,26	26,954
Біонорма сад	158	137	95	21,57	35,756
Без добрив (контроль)	188	81	85	15,22	25,229

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Найбільша маса одного плоду була виявлена на варіанті внесення біодобрива Біонорма сад – 137 г, що було на 40,9 % більше, ніж на контрольному варіанті, де добрив не вносили (81 г) і під час внесення мінерального азоту N<sub>60</sub> – 122 г, що на 33,6 % більше, ніж на контролі. Найменша маса одного плоду була встановлена на варіанті внесення біодобрива Біонорма азот – 78 г, що було на 3,7 % менше, ніж на контрольному варіанті.

Найбільший збір яблук з одного дерева був встановлений на варіанті внесення комплексного мінерального добрива N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 23,90 кг, що становило 39,617 т/га. Це було на 36,3 % більше, ніж урожайність яблук на контрольному варіанті без внесення добрив, де збір яблук з одного дерева становив 15,22 кг, а урожайність – 25,229 т/га. Саме на контрольному варіанті був найнижчий збір яблук й урожайність з гектара. За внесення біодобрива Біонорма азот збір яблук з одного дерева становив 21,99 кг, а урожайність – 36,451 т/га. Отриманий результат був на 8,0 % меншим, ніж за удобрення саду повним комплексним добривом N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, але на 30,8 % більшим, ніж на контролі.

Подібною до варіанту з біодобривом Біонорма азот була така урожайність яблук за внесення препарату Біонорма сад: збір яблук з одного дерева становив 21,57 кг, а з гектара – 35,756 т. Це було на 29,4 % більше, ніж на контролі. Удобрення мінеральним азотом N<sub>60</sub> зумовило одержання яблук з одного дерева 21,59 кг, а урожайність – 35,788 т/га, що було на 29,5 % більше, ніж на контролі. Внесення мінерального фосфору в нормі P<sub>60</sub> забезпечило збір яблук з одного дерева 17,23 кг або 28,562 т/га, що було на 11,7 % більше, ніж на контролі. Найнижчу прибавку урожайності забезпечило біодобриво Біонорма фосфор – 6,4 % щодо контролю, що складало 16,26 кг/дерево або 26,954 т/га.

Також ми проводили спостереження за товарністю одержаних плодів яблук. Нами встановлено високу товарність плодів за умови внесення добрив. Більшістю варіантів товарність плодів становила 95 %, лише на варіанті



удобрення мінеральним азотом N<sub>60</sub> товарність плодів становила 90 %, а на контрольному варіанті без внесення добрив вона була найменша – 85 %.

Нами виявлено сильну негативну кореляційну залежність між кількістю плодів яблук на дереві й масою одного плоду ( $r = -0,6721$ ). Це вказує на те, що чим більше плодів яблук формується на дереві, тим вони мають меншу масу одного плоду. Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,4517$  показує, що маса одного плоду на 45 % залежить від кількості плодів на дереві. Графічна залежність між досліджуваними чинниками й рівняннями регресії представлені на рис. 2.

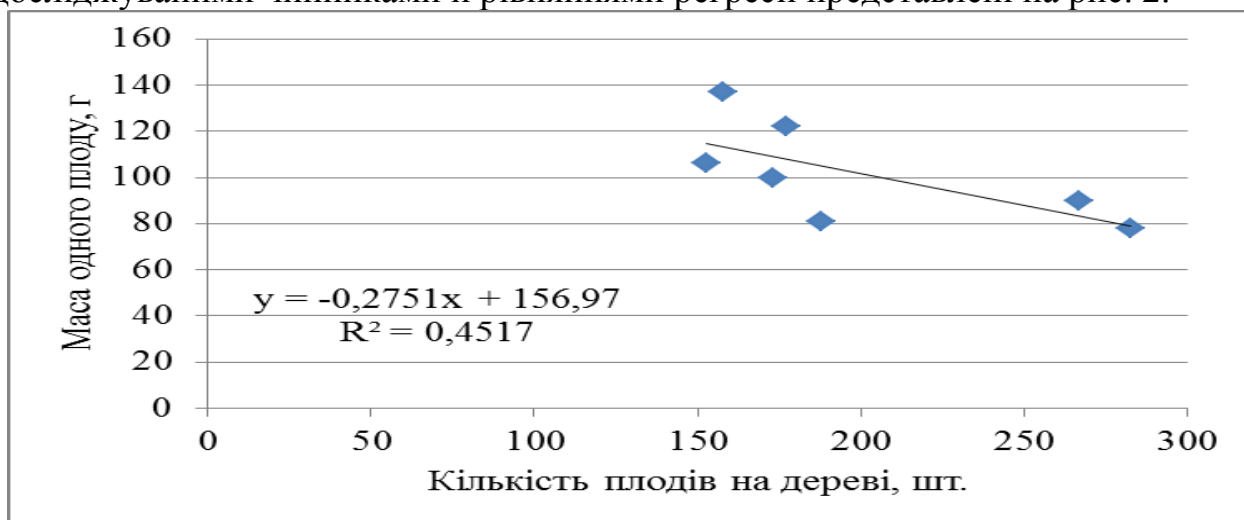


Рис. 2. Кореляційно-регресійна залежність і рівняння регресії між кількістю плодів на дереві й масою одного плоду

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Нами також виявлено середню позитивну кореляційну залежність між кількістю плодів яблук на дереві та масою плодів з одного дерева ( $r = 0,5919$ ). Це вказує на те, що чим більше плодів яблук формується на дереві, тим більший збір урожаю з одного дерева (рис. 3).

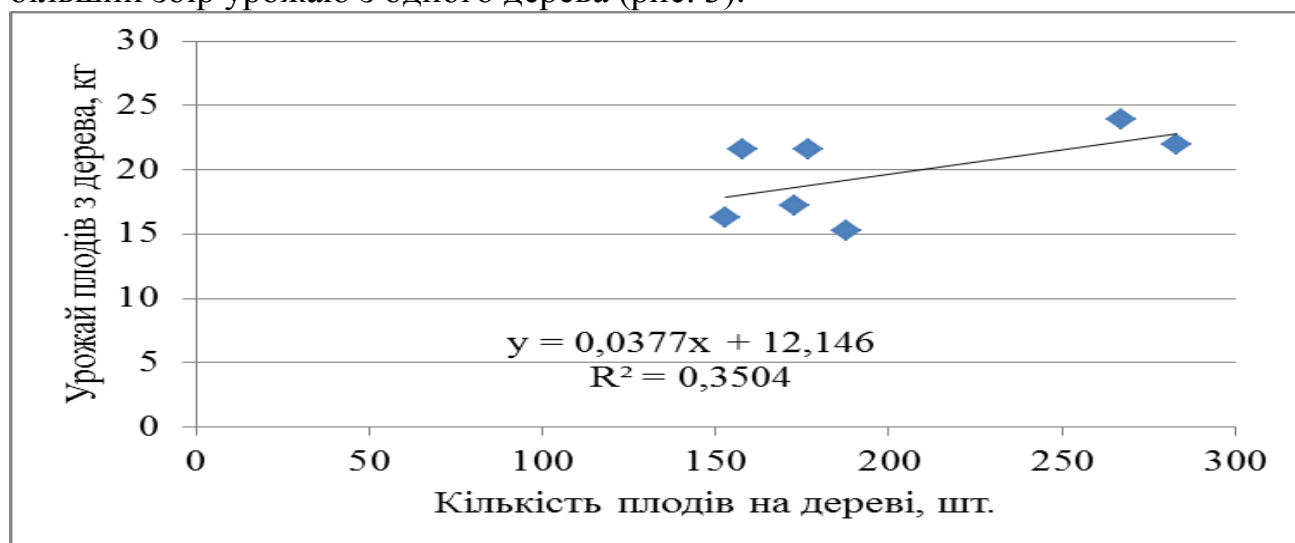


Рис. 3. Кореляційно-регресійна залежність і рівняння регресії між кількістю плодів на дереві й урожаєм плодів з дерева

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,3504$  показує, що урожайність яблук з одного дерева на 35 % залежить від кількості плодів на дереві. Нами встановлено, що варіант удобрення Біонорма фосфор мав найменшу кількість закладених плодів, а також плодів перед збиранням урожаю; варіант удобрення Біонорма сад також мав найменшу кількість закладених плодів і плодів перед збиранням, але найбільший діаметр яблук і найбільшу масу одного яблука перед збиранням; варіант удобрення азотним мінеральним добривом у нормі  $N_{60}$  відзначався найбільшим відсотком опадання яблук у липні й серпні.

Контрольний варіант без внесення добрив відзначався найбільшим відсотком опадання плодів у червні й липні, а також найменшим відсотком збереження плодів, мав найменшу масу одного плоду, найменший відсоток товарності плодів і найнижчу урожайність плодів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Отже, за умови удобрення яблуневого саду інтенсивного типу класичними мінеральними добривами і біодобривами серії Біонорма, найвища урожайність плодів забезпечується внесенням комплексного мінерального добрива у нормі  $N_{60}P_{60}K_{60} - 39,617$  т/га. За умови заміни мінеральних добрив на біологічне добриво Біонорма азот урожайність плодів зменшується на 8,0 % і становить 36,451 т/га. Це біологічне добриво забезпечує урожайність яблук на 1,8 % більшу, ніж внесення мінерального азоту  $N_{60}$  і на 26,1 % більшу, ніж внесення мінерального фосфору  $P_{60}$ . Висока урожайність яблук за внесення біодобрива Біонорма азот забезпечується найбільшою кількістю закладених плодів, найменшим відсотком їхнього опадання впродовж червня–серпня, найвищим відсотком збереження плодів до збору урожаю і найбільшою їхньою кількістю до збору урожаю з одного дерева.

### Список використаних джерел

1. Бурляй О.Л., Бурляй А.П., Харенко А.О. Сучасний стан розвитку садівництва в Україні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 82. С. 249–259.
2. Razanov S., Melnyk V., Symochko L., Dydiv A., Vradii O., Balkovskiy V., Khirivskiy P., Panas N., Lysak H., Koruniak O. Agroecological assessment of gray forest soils under intensive horticulture. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (4). P. 459–464. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.458>.
3. Разанов С.Ф., Мельник В.О. Агрохімічна оцінка ґрунтів, що перебували під садівництвом, щодо придатності їх використання під вирощування основних сільськогосподарських культур. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1 (24). С. 171–181. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-12.
4. Козіна Т.В. Потенціал садівництва та напрями його ефективного використання в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 38. С. 20–25. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.3>.

5. Ткачук О.П., Мізерій А.Т. Принципи підбору біопрепаратів у плодкових садах органічного виробництва. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 150–155. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.20>.

6. Жук В.М., Барабаш Л.О., Кривошапка В.А., Болдижева Л.Д. Ефективність вирощування перспективних сортів яблуні селекції Інституту садівництва НААН в інтенсивних насадженнях. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т. 100. № 2 (827). С. 34–41. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202202-05>.

7. Куян В.Г., Пелехатий В.М. Інтенсифікація і концентрація плодівництва та основні шляхи їх вирішення в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2012. № 180. С. 129–138.

8. Кондратенко П.В., Шестопаль О.М., Барабаш Л.О. Основні напрями розвитку промислового садівництва України. *Садівництво*. 2009. Вип. 62. С. 5–13.

9. Чумаченко О.М., Кривов'яз Є.В., Грегуль В.І. Екологічні наслідки інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 4. С. 114–124. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2020.226636>.

10. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія, 2005. 288 с.

11. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія. Практичний курс. Частина 2. Природні наземні екосистеми. Чернівці: Книги – XXI, 2008. 303 с.

12. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 334 с.

13. Біонорма азот. BioNorma. 2018. URL: <https://bionorma.ua/biozhyvlennya/bionorma-azot-1-l/> (дата звернення 5.01.2024).

14. Біонорма фосфор. BioNorma. 2018. URL: <https://bionorma.ua/biozhyvlennya/bionorma-fosfor-1-l/> (дата звернення 5.01.2024).

15. Біонорма сад. BioNorma. 2018. URL: <https://bionorma.ua/biozakhyt/bionorma-sad-10-l/> (дата звернення 5.01.2024).

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Burluyay O.L., Burluyay A.P., Kharenko A.O. (2013). Suchasnyy stan rozvytku sadivnytstva v Ukraini. [*The current state of horticulture development in Ukraine*]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture*. Vol. 82. 249-259. [in Ukrainian].

2. Razanov S., Melnyk V., Symochko L., Dydiv A., Vradii O., Balkovskiy V., Khirivskiy P., Panas N., Lysak H., Koruniak O. (2022). Agroecological assessment of gray forest soils under intensive horticulture. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. Vol. 12 (4). P. 459-464. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.458>. [In English].

3. Razanov S.F., Melnyk V.O. (2022). Ahrokhimichna otsinka gruntiv, shcho perebuvaly pid sadivnytstvom, shchodo prydatnosti yikh vykorystannya pid vyroshchuvannya osnovnykh silskohospodarskykh kultur. [*Agrochemical assessment of soils that were under horticulture, regarding their suitability for growing the main agricultural crops*]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 1 (24). 171-181. DOI:10.37128/2707-5826-2022-1-12. [in Ukrainian].

4. Kozina T.V. (2023). Potentsial sadivnytstva ta napryamy yoho efektyvnoho vykorystannya v umovakh Podillya. [*The potential of horticulture and directions for its effective use in the conditions of Podillia*]. *Podil'skyi visnyk: sil'ske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podil'sky Visnyk: agriculture, technology, economy*. № 38. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.3>. [in Ukrainian].

5. Tkachuk O.P., Mizeriy A.T. (2023). Pryntsypy pidboru biopreparativ u plodovykh sadakh orhanichnoho vyrobnytstva [*Principles of selection of biological preparations in orchards of organic production*]. *Ahrarni innovatsiyi – Agrarian innovations*. № 17. 150-155. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.20>. [in Ukrainian].

6. Zhuk V.M., Barabash L.O., Kryvoshapka V.A., Boldyzheva L.D. (2022). Efektyvnist vyroshchuvannya perspektyvnykh sortiv yabluni selektsiyi Instytutu sadivnytstva NAAN v intensyvnykh nasadzhennyakh. [*The efficiency of growing promising apple varieties selected by the Institute of Horticulture of the National Academy of Sciences in intensive plantations*]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Herald of Agrarian Science*. Vol. 100. № 2 (827). 34-41. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202202-05>. [in Ukrainian].

7. Kuyan V.H., Pelekhatyy V.M. (2012). Intensyfikatsiya i kontsentratsiya plodivnytstva ta osnovni shlyakhy yikh vyrishennya v riznykh gruntovo-klimatychnykh zonakh Ukrayiny. [*Intensification and concentration of fruit growing and the main ways of solving them in different soil and climatic zones of Ukraine*]. *Naukovyj visnyk Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: Agronomiya – Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Agronomy*. № 180. 129-138. [in Ukrainian].

8. Kondratenko P.V., Shestopal O.M., Barabash L.O. (2009). Osnovni napryamy rozvytku promyslovoho sadivnytstva Ukrayiny. [*The main directions of development of industrial horticulture of Ukraine*]. *Sadivnytstvo – Gardening*. Issue. 62. 5-13. [in Ukrainian].

9. Chumachenko O.M., Kryvovyaz YE.V., Hrehul V.I. (2020). Ekolohichni naslidky intensyfikatsiyi silskohospodarskoho vyrobnytstva. [*Ecological consequences of intensification of agricultural production*]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management*. № 4. 114-124. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2020.226636>. [in Ukrainian].

10. Yeshchenko V.O. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomiyi. [*Basics of scientific research in agronomy*]. K.: Diya. [in Ukrainian].

11. Rudenko S.S., Kostyshyn S.S., Morozova T.V. (2008). Zahalna ekolohiya. Praktychnyy kurs. Chastyna 2. Pryrodni nazemni ekosystemy. [General ecology. Practical course. Part 2. Natural terrestrial ecosystems]. Chernivtsi: Knyhy – KHKHI. [in Ukrainian].

12. Moyseychenko V.F., Yeshchenko V.O. (1994). Osnovy naukovykh doslidzhen' v ahronomiyi. [Basics of scientific research in agronomy]. K.: Vyscha shkola. [in Ukrainian].

13. Bionorma azot. BioNorma. (2018). [Nitrogen bionorm. BioNorma]. URL: <https://bionorma.ua/biozhyvlennya/bionorma-azot-1-1/> (access date 5.01.2024). [in Ukrainian].

14. Bionorma fosfor. BioNorma. (2018). [Bionorma phosphorus. BioNorma]. URL: <https://bionorma.ua/biozhyvlennya/bionorma-fosfor-1-1/> (access date 5.01.2024). [in Ukrainian].

15. Bionorma sad. BioNorma. (2018). [Bionorma garden. BioNorma]. URL: <https://bionorma.ua/biozakhyt/bionorma-sad-10-1/> (access date 5.01.2024).

### ANNOTATION

#### **THE PRODUCTIVITY OF AN APPLE ORCHARD DEPENDS ON FERTILIZER**

*Intensive apple orchards in Ukraine occupy about 70% of their total number and involve the use of high rates of mineral fertilizers and repeated use of pesticides. Despite this, in general, in all categories of farms, the yield of apples remains at a low level. At the same time, the profits of farms are decreasing due to the increase in cultivation costs and a decrease in the sales price. The quality and environmental safety of the obtained products may deteriorate. Therefore, the promising direction of fruit growing in Ukraine is the production of organic products. It limits the use of mineral fertilizers, especially nitrogen and synthetic pesticides. But because of this, the yield in an organic garden can drop sharply compared to an intensive garden: from 30-40 t/ha in intensive horticulture to 10-12 t/ha in an organic one.*

*Therefore, in order to reduce the degradation processes in soils, improve the quality and ecological safety of the obtained products, which will meet the requirements of organic production, it is necessary to switch from the use of traditional mineral fertilizers to their alternatives: organic, biological, microfertilizers and others. Since it is impossible to supply the entire horticultural sector with organic fertilizers in the absence of them, an important emphasis should be placed on biofertilizers. But their effectiveness in horticulture is practically not studied, especially in comparison with traditional mineral fertilizers. The purpose of the research is to establish indicators of individual productivity and fruit yield of an intensive apple orchard using biofertilizers of the Bionorma series. When fertilizing an apple orchard of an intensive type with mineral and biofertilizers of the Bionorma series, the highest fruit yield is ensured by the application of complex mineral fertilizer in the norm  $N_{60}P_{60}K_{60}$  - 39,617 t/ha. When replacing mineral fertilizers with biological fertilizer Bionorma nitrogen, the yield of fruits decreases by 8.0% and amounts to 36,451 t/ha. This biological fertilizer provides 1.8% more apple yield than  $N_{60}$  mineral nitrogen application and 26.1% more than  $P_{60}$  mineral phosphorus application.*

*The high yield of apples with the application of biofertilizer Bionorma nitrogen is ensured by the largest number of set fruits, the lowest percentage of fruit falling during June-August, the highest percentage of fruit preservation before harvest and the largest number of them before harvest from one tree.*

**Key words:** apple orchard, fertilizer, productivity, indicators, yield.

**Table 3. Fig. 3. Lit. 15.**

### **Відомості про авторів**

**Ткачук Олександр Петрович** – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету. (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008; тел. 0679546095; e-mail: tkachukop@ukr.net).

**Мізерій Анна Тарасівна** – аспірантка кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету. (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008; тел. 0685429710; e-mail: \_anna\_m\_@ukr.net).

**Tkachuk Oleksandr** – doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of ecology and environmental protection of Vinnytsia National Agrarian University. (Str. Sunny, 3, Vinnitsa city, 21008; tel. 0679546095; e-mail: tkachukop@ukr.net).

**Misery Anna** – graduate student of the department of ecology and environmental protection of Vinnytsia National Agrarian University. (St. Sonyachna, 3, Vinnytsia city, 21008; tel. 0685429710; e-mail: \_anna\_m\_@ukr.net).