

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЯКОВЕНКО РОМАН ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 634.11: 634.13: 631.8

ДИСЕРТАЦІЯ

ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯБЛУНІ І ГРУШІ
ЗА ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ

06.01.07 – Плодівництво
20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

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

Науковий консультант

Копитко Петро Григорович, доктор сільськогосподарських наук, професор

УМАНЬ - 2022

АНОТАЦІЯ

Яковенко Р.В. Основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізованого удобрення – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.07 – плодівництво (20 «Аграрні науки та продовольство»). - Уманський національний університет садівництва, Умань, 2022.

Дисертація присвячена вирішенню проблеми підвищення продуктивності повторних насаджень яблуні і груші сильно- та середньорослих сортопідщепних комбінувань за оптимізованого удобрення в різні вікові періоди і розробки заходів послаблення дії ґрунтовтоми в ново закладених насадженнях за повторної культури.

Дослідження за темою дисертації проводились впродовж 2007–2020 рр. у дослідних садах яблуні і груші Уманського національного університету садівництва в польових (садових), лабораторно-польових і вегетаційному дослідях.

Клімат зони досліджень помірно-континентальний з нестійким зволоженням, нерівномірністю атмосферних опадів і температури повітря. Ґрунт дослідних ділянок темно-сірий опідзолений. Міжряддя в насадженнях утримували під чистим, а пристовбурні смуги - гербіцидним паром. Дослідні насадження незрошувані.

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

Збільшенню довжини ростків пшениці у повторно вирощуваному насадженні яблуні сприяло віддалення від дерева до 150 см у бік міжряддя. Найменший сумарний приріст і відповідно найбільша дія ґрунтовтоми проявлялася на відстані 0–50 см від штамба повторно посаджених дерев, де у ґрунті активно

розкладаються залишки коренів. Істотне зменшення проростків, порівняно з плодоносним садом, склало 185 мм.

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

Впродовж перших десяти років вирощування насаджень груші вміст гумусу в шарі ґрунту 0–60 см найбільш знизився на контрольних ділянках без удобрення – на 0,21 % менше, порівняно з початковим. Дещо менше - в межах 0,16–0,18 % - інтенсивність зниження вмісту органічної речовини в ґрунті на ділянках з оптимізацією рівня елементів живлення та додатково внесення 30 кг/га д.р азоту. За внесення азоту N_{90} втрата гумусу значно - на 0,14 % менша, що все ж істотно, порівняно з абсолютним контролем.

На фонах різних систем удобрення яблуні забезпеченість ґрунту нітратним азотом у різні вікові періоди дерев помітно змінювалася. На ділянках з удобренням вміст нітратного азоту дещо вищий оптимальних (22–24 мг/кг ґрунту) для яблуні на темно-сірому опідзоленому ґрунті рівнів.

У шарі 0–60 см всіх дослідних ділянок вміст фосфору високий впродовж усіх вікових періодів, значно перевищуючи оптимальні (70–100 мг/кг ґрунту) для яблуні рівні. В період плодоношення на ділянках з удобренням вміст рухомих фосфатів на 67–90 % перевищили результат контролю.

Вміст калію знаходився в оптимальних (230–280 мг/кг) для яблуні на темно-сірому ґрунті межах, за виключенням меншого показника контрольного варіанта в період плодоношення. Найвищий вміст рухомих форм калію забезпечила органічна система з внесенням раз на два роки 40 т/га гною ВРХ, зокрема на 29 %

вищим від контролю без удобрення.

У досліді з оптимізованим удобренням груші на основі розрахованих норм азоту і калію, за показниками агрохімічних аналізів, вміст $N-NO_3$ (за нітрифікаційною здатністю ґрунту) та K_2O підтримувався в межах оптимальних рівнів упродовж усього десятирічного періоду досліджень. Додаткове до фонового внесення добрив сприяло підвищенню вмісту $N-NO_3$ і K_2O відповідно лише на 2,7–3,1 і 7,8–8,4 мг/кг і дещо помітніше – на 17,8 мг/кг ґрунту - P_2O_5 . Збільшення вмісту азоту й калію в ґрунті сприяло підвищенню продуктивності груші.

У різні вікові періоди приріст обхвату штамба дерев сорту Айдаред на насіннєвій підщепі в контрольному варіанті на 2,9–22,2 % більший, ніж на М.4, з найменшою різницею в період росту і плодоношення та найбільшою під час плодоношення. Істотної різниці між дослідними варіантами з удобренням в молодому віці не виявлено, тоді як у старшому (1997–2003 рр.) приріст менший в усіх варіантах, порівняно з попереднім періодом, та істотно більший у варіантах де вносили добрива, порівняно з контролем. У період плодоношення річний приріст обхвату штамба істотно на 2,4 і 2,5 та 1,6 і 2,1 мм переважав у варіантах з органічним та органо-мінеральним удобренням, як на насіннєвій підщепі, так і вегетативній М.4 підщепах.

У досліді з оптимізованим удобренням дерев контрольного варіанту сорту Конференція в період росту та плодоношення характеризувалися істотно - на 2,4 мм (або 38,7 %) меншим приростом товщини штамба, порівняно з сортом Основ'янська. Приріст штамба молодих дерев груші обох сортів відповідно на 1,1 і 1,2 мм або на 17,7 і 14,0 % більший у варіанті виробничого контролю, а додатково внесення азотних та азотних і калійних добрив (на фоні оптимізованого удобрення розрахованими дозами) також сприяло істотно – відповідно на 12,9 і 17,7 та 11,6 і 8,1 % більшому приросту діаметра штамба, порівняно з показниками ділянок абсолютного контролю (без удобрення).

Приріст пагонів молодих дерев на дослідних деревах сорту Айдаред на обох підщепах у період росту слабкий (19,4–22,2 см) в усіх варіантах за можливого

впливу ґрунтовтоми, недостатнього вологозабезпечення за відсутності зрошення. У період плодоношення і росту приріст зростав на всіх досліджуваних варіантах з найбільшим показником 26,1 см дерев на насіннєвій підщепі за внесення органо-мінеральних добрив та на вегетативній М.4 за органічного удобрення (25,3 см), причому збільшення приросту істотне, порівняно з контролем. У сильнорослих дерев на насіннєвій підщепі показник на 1,4 см більший порівняно з менш сильнорослими на М.4 ($HP_{05} = 1,3$). У період плодоношення довжина пагонів на обох підщепах й усіх варіантах удобрення знову зменшилася, за причини вищої врожайності і можливої нестачі вологи. Істотне збільшення показника сильнорослих і середньорослих (на М.4) дерев на удобрених ділянках, порівняно з контролем у цей період відповідно склало 10,0–14,9 і 12,8–19,5 %.

У досліді з удобренням груші в період росту і плодоношення приріст пагонів сортів Конференція та Основ'янська в усіх варіантах відбувався інтенсивно. Перевищення показників контролю по сорту Конференція у варіантах з розрахованими нормами добрив та додатковим внесенням N_{30} склало відповідно 14,9 і 15,4 %. Меншим приростом відрізнялися дерева сорту Основ'янська і, на відміну від Конференції істотно більший показник - 69,8 см спостерігався на ділянках виробничого контролю. У період плодоношення і росту приріст пагонів зменшився за причини активнішого закладання генеративних бруньок і вищої врожайності. Найдовші пагони на деревах обох сортів виявлено у варіанті $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль) з перевищенням абсолютного контролю (без удобрення) на 10 % для сорту Конференція і 27 % для Основ'янської.

У досліді з ґрунтовим удобренням та позакореневим підживленням насаджень груші встановлено, що позакореневе підживлення азотом і комплексним добривом (на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення) сприяло істотному збільшенню приросту пагонів сорту Золотоворітська, порівняно з контролем відповідно на 10,4 і 12,3 %.

Урожайність насаджень сорту Айдаред на сильнорослій підщепі впродовж 27-річного періоду плодоношення дещо перевищила результат на підщепі М.4, що, вірогідно, зумовлено меншою величиною крони останніх за однакової схеми

садіння 7×5 м. У період росту і плодоношення врожайність на обох підщепах ще досить низька та мало різнилася з-посеред варіантів удобрення, однак на контрольних ділянках без удобрення істотно - на 12,5–20,5 % нижча.

У наступний період - плодоношення і росту - врожайність суттєво зросла, особливо за органічного та органо-мінерального удобрення, перевищивши показник контрольного варіанту відповідно на 34,8 та 27,1 %. У найбільш продуктивному періоді плодоношення насадження сорту Айдаред на насіннєвій підщепі в усіх варіантах з удобренням сформували істотно вищий врожай, ніж без удобрення, проте за мінерального удобрення на підщепі М.4 показник істотно не відрізнявся від контрольного. Найвища врожайність на обох підщепах (насіннєвій і М.4) - за органічного удобрення істотно перевищила результативність контролю та ділянок з мінеральним удобренням, відповідно, на 4,6 і 3,1 т/га (25,1 і 21,2 %, $НІР_{05}=2,1$) та на 3,8 і 2,1 т/га (22,3 і 19,3 %, $НІР_{05}=1,9$).

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

У період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) врожайність сорту Конференція в усіх дослідних варіантах з удобренням істотно - на 2,7–3,6 т/га вища (сорту Основ'янська – на 3,9–5,4 т/га) порівняно з показниками неудобрених контрольних ділянок, тоді як серед варіантів удобрення показник істотно не відрізнявся. На відміну від попереднього періоду росту та плодоношення, де більш урожайні дерева сорту Конференція, в цей період більш урожайний сорт Основ'янська. Врожайність сорту Основ'янська склала 14,7–20,1 т/га і лише 12,1–15,7 т/га Конференції.

У період плодоношення і росту між урожайністю насаджень груші сортів

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

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

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

У найбільш продуктивний період плодоношення навантаження врожаєм на одиницю площі перерізу штамба у дерев сорту Айдаред на насінневій і вегетативній М.4 підщепях у варіантах з органічною системою удобрення найвище - $0,27$ і $0,31$ кг/см², з перевищенням контролю на 35 %. У варіантах з внесенням органо-мінеральних та мінеральних добрив збільшення показника сягає 25 % на насінневій підщепі та 22 % - на вегетативній М.4.

У досліді з оптимізованим удобренням навантаження дерев груші сорту Конференція врожаєм на 1 см² перерізу штамба дерев сорту Конференція найвище - 0,31 кг у варіанті Фон + $N_{30}K_{30}$, а сорту Основ'янська - у варіанті Фон + N_{30} (0,34 кг), з перевищенням показників контрольного варіанта (без удобрення) відповідно на 63 і 70 %.

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

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

Товарність плодів Кальвіля снігового на ділянках з різними системами удобрення істотно вища, порівняно з контрольними показниками (без удобрення). В усі досліджувані вікові періоди сорту Кальвіль сніговий між масою плоду та сумарним виходом плодів вищого і першого товарних сортів спостерігалася сильна кореляційна залежність (відповідно $r = 0,85 \pm 0,08$, $r = 0,87 \pm 0,07$ і $0,99 \pm 0,01$).

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

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

За оптимізованого удобрення груші у плодах дослідних варіантів сорту Конференція на 1,2–6,7 % більше сухих розчинних речовин (сорту Основ'янська - на 0,7–3,1 %), порівняно з показниками у контрольному варіанті без удобрення. Збільшення рівня цукрів у плодах сорту Конференція істотне лише у варіантах фон + N_{30} і фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$, а за вмістом органічних кислот плоди досліджуваних варіантів істотно не відрізнялися. Вміст вітаміну С у плодах з дерев досліджуваних варіантів - у межах 3,56–3,62 мг/100 г сирової маси з відсутністю значного впливу добрив.

Вміст нітратів у плодах груші сорту Конференція і Основ'янська у фазі збиральної стиглості відповідно в межах 37,8–39,2 та 22,7–23,8 мг/кг сирової маси значно менший гранично допустимої концентрації 60 мг/кг. Найвищий показник за внесення більшої кількості добрив ($N_{90}P_{60}K_{90}$) і найнижчий – з контрольних ділянок без удобрення.

Сума виробничих витрат за довготривалого застосування удобрення в насадженні яблуні сорту Айдаред в основному залежала від рівня врожайності і

систем удобрення. Невисока врожайність на обох підщепах у період росту і плодоношення зумовила незначну прибутковість та низьку рентабельність виробництва. Найвищого рівня прибутку у період плодоношення досягнуто за довготривалого внесення 40 т/га гною та 20 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$ раз на два роки відповідно 88,0 й 81,3 тис. грн/га з рівнем рентабельності - 197,5 і 179,7 %.

Прибуток і рівень рентабельності в досліді з оптимізованим удобренням груші залежав від удобрення та, порівняно з яблуками, в 2–3 рази вища ціна плодів. У період росту і плодоношення кращими економічними показниками відрізнявся більш урожайний сорт Конференція, порівняно з Основ'янською. Найбільший прибуток від реалізації плодів вищого і першого товарного сорту - 32,3 тис. грн/га забезпечив варіант фон + $N_{30}K_{30}$ на рівні з рентабельністю 154,0 %. Починаючи з 2013 р., в період плодоношення і росту показники економічної ефективності різко зростають, значним збільшенням прибутку - на 42,9–59,9 % за внесення добрив виділяється сорт Основ'янська і на 35,2–46,9 % сорт Конференція. Найменший прибуток від реалізації груш обох помологічних сортів отримано в контрольному варіанті без добрив (12,23–14,74 тис. грн/га) з найнижчою врожайністю і товарною якістю врожаю. Найвищі показники досягнуто за додаткового до фону оптимізованого удобрення внесенням N_{30} і $N_{30}K_{30}$.

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

За ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення насаджень яблуні і груші в різні вікові періоди найбільш сильний кореляційний зв'язок з родючістю ґрунту й урожайністю встановлено для вмісту в ґрунті нітратного азоту (за нітрифікаційною здатністю), $r = 0,73...0,97 \pm 0,15...0,02$ і рухомих форм калію - $r = 0,73...0,91 \pm 0,25...0,05$, тісно корелювали також показники площі

листяної поверхні - $r = 0,84 \dots 0,98 \pm 0,08 \dots 0,01$, середньої довжини пагонів $r = 0,71 \dots 0,96 \pm 0,16 \dots 0,02$ і вмісту в листі хлорофілу $r = 0,70 \dots 0,86 \pm 0,16 \dots 0,07$.

Наукова новизна одержаних результатів. Новизна роботи полягає у встановленні закономірностей підвищення продуктивності повторних насаджень яблуні і груші сильно- та середньорослих сортопідщепних комбінувань за оптимізованого удобрення в різні вікові періоди і розробки заходів послаблення дії ґрунтовтоми у новозакладених насадженнях за повторної культури.

Вперше:

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

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

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

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

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

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

дістало подальшого розвитку:

- теоретичне обґрунтування і практичне підтвердження системи удобрення насаджень груші на вегетативній підщепі з оптимізуванням поживного режиму

ґрунту основним удобренням та позакореневим підживленням;

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

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

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

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

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

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

Основні теоретичні положення дисертації знайшли практичне відображення у викладанні дисциплін “Плодівництво” і «Спеціальне плодівництво» в Уманському

національному університеті садівництва (підтверджено довідкою), посібнику «Плодівництво» та патентах на корисну модель.

Ключові слова: яблуня, груша, сорти, підщепи, продуктивність, товарна якість плодів, ґрунтовтома, оптимізоване удобрення, показкоренеve підживлення, системи удобрення, розраховані норми добрив.

ANNOTATION

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

A thesis for getting a scientific degree of doctor of sciences (Agr) in the field of study 06.01.07 – fruit production (20 (“Agrarian sciences and foodstuff”), Uman 2022.

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

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

In a laboratory-field trial the lowest soil toxicity in 0–20 and 20–40 cm layers was recorded in the control where the soils was taken from a field crop rotation, the length of spring wheat sprouts was 964 and 1137, respectively. The smallest length of the sprouts and accordingly the highest soil toxicity was in the treatment of re-culture of a young orchard (764 mm in a 0–40 cm layer). The effect of toxins was seen on spring wheat germination with the lowest indicators in a 0–40 cm layer in re-culture of the orchard as compared with the control and a 14-year-old orchard.

The increase in the wheat sprout length in re-culture of the apple-tree orchard was due to the distance from a tree up to 150 cm towards the inter-row. The lowest total increase and the highest effect of replant disease were recorded at the distance of 0-50 cm from a trunk of re-culture, where the remnants of the roots decomposed actively in

the soil. A significant decrease of the sprouts amounted to 185 mm, as compared with the fruiting orchard.

It was established that in the initial period of the apple-tree growth in re-culture humus content in a root-containing layer (0–60 cm) in the first years – (till 1991) decreased by 0.37% in the unfertilized soil and by 0.49–0.65 % in the fertilized orchards ($SSD_{05} = 0.14$), further –till 2017 it increased, after that there was a balance in humus content till 2007, and the humus content increase slowed down. The highest level of the indicator – 2.72–2.86 % was in the organic fertilization system, it was lower in the organic-mineral fertilization system (2.56–2.72 %), and it was much lower – 2.28–2.32 % in the mineral system. The lowest level of the soil humus content was in the control without fertilization – 1.89–2.02 %.

During the first ten years of the cultivation of the pear-tree orchard, the humus content in a 0–60 cm soil layer decreased significantly by 0.21 % in the control without fertilization as compared with the initial content. The decrease of the soil organic substance content was somewhat lower – within 0.16–0.18 % – in the plots with the optimization of the nutrition element level and additional application of 30 kg/ha a.s. of nitrogen. When N_{90} was applied, humus loss was smaller by 0.14 %, which was significant as compared with the absolute control.

In various age periods of the trees the amount of soil nitrate nitrogen changed significantly when different fertilization systems were used. In the fertilized plots the content of nitrate nitrogen was higher (22–24 mg/kg of the soil) for the apple-trees on dark-grey opodzolic soil.

The phosphorus content in a 0–60 cm layer is high during all age periods, exceeding optimal ones for the apple-trees (70–100 mg/kg of the soil). In the period of fruit bearing the content of mobile phosphates exceeded the results of the control by 67-90 % in the plots with fertilization.

The potash content was in the optimal limits (230–280 mg /kg) for apple trees on the dark gray soil, except for a lower indicator of the control during a fruit bearing period. The highest content of potassium mobile forms was provided by the organic system with the application of cattle manure – 40 t /ha once every two years, in

particular it was higher by 29% than the control without fertilization.

In the experiment with the optimized pear-tree fertilization on the base of the calculated nitrogen and potassium rates, according to the agrochemical analyses, the content of N – NO₃ (soil nitrification capacity) and K₂O was maintained within optimal levels throughout the ten-year study period. The additional application of fertilizers facilitated the increase of the content of N–NO₃ and K₂O only by 2.7–3.1 and 7.8–8.4 mg/kg, respectively, and that of P₂O₅ increased to a lesser extent – by 17.8 mg/kg. The increase in the nitrogen and potassium content in the soil helped increase the pear productivity.

In various age periods the increase of a tree trunk of cultivar Idared on seed rootstock was larger by 2.9–22.2 % in the control as compared with M4, with the smallest difference in the growth and fruit bearing period and the largest one during fruit bearing. A significant difference between experimental treatments with the fertilization was not recorded at a young age, whereas at an older age (1997–2003) the increase was smaller in all treatments, as compared with the previous period, and it was much larger in the treatments where fertilizers were applied comparing to the control. In the fruit bearing period the trunk increase seriously predominated in the treatments with the organic and organic-mineral fertilization by 2.4 and 2.5 and 1.6 and 2.1 mm both on seed rootstock and vegetative rootstock M4.

In the trial with the optimized fertilization the trees of the control (cultivar Conference), in the growth and fruit bearing period, were characterized with a significantly smaller trunk increase by 2.4 mm (or 38.7 %), as compared with those of cultivar Osnovianska. The trunk increase of young pear-trees was larger in the control by 1.1 and 1.2 mm or by 17.7 and 14.0 %, respectively; the additional application of nitrogen and nitrogen and potassium fertilizers (on the background of the optimized fertilization with the estimated rates) also helped increase the tree trunk by 12.9 and 17.7 and 11.6 and 8.1 %, as compared with the indicators of the absolute control plots (without fertilization).

The shoot increase of young experimental trees of cultivar Idared on both rootstock in the growth period was weak (19.4–22.2 cm) in all treatments with a possible effect of

replant disease, the insufficient moisture supply and the lack of irrigation. In the fruit bearing and growth period, the shoot increase was getting higher in the treatments under study and the indicator was the highest – 26.1 cm on seed rootstock, when organic-mineral fertilizers were applied, and on vegetative M.4 with organic fertilization (25.3 cm), the increase being significant, as compared with the control. The indicator is higher by 1.4 cm in vigorous trees on seed rootstock as compared with less vigorous ones on M.4 ($SSD_{05} = 1.3$). In the fruit bearing period the shoot length decreased again on both rootstock and in all fertilization treatments due to a higher yield capacity and possible lack of moisture. A serious increase of the indicator on vigorous and medium-grown (on M.4) trees was 10.0–14.9 and 12.8–19.5 %, respectively, as compared with the control in this period.

In the experiment with the pear tree fertilization during the growth and fruit bearing period, the shoot growth of cultivars Conference and Osnovianska occurred intensively in all treatments. In the treatments with the estimated fertilizer rates and the additional application of N_{30} , the exceeding of the control indicators for cultivar Conference amounted to 14.9 and 15.4 %, respectively. The trees of cultivar Osnovianska differed by a smaller increase, and, unlike cultivar Conference, a significantly larger indicator, namely – 69.8 cm, was observed in the production control plots. In the fruit bearing and growth period, the shoot growth decreased due to a more active formation of generative buds and to higher yield capacity. The longest shoots in the trees of both cultivars were recorded in the $N_{90}P_{60}K_{90}$ treatment (production control); the indicators exceeded the absolute control (without fertilization) by 10 % for cultivar Conference and by 27 % for cultivar Osnovianska.

In the experiment with the soil fertilization and top dressing of the pear plantations, it was found out that the foliar fertilization with nitrogen and a complex fertilizer (on the background of the optimized soil fertilization) contributed to a significant increase in the shoot growth of cultivar Zolotovoritska, by 10.4 and 12.3 %, respectively, as compared with the control.

During the 27-year fruit bearing period, the yield capacity of the apple-tree plantations of cultivar Idared on a vigorous rootstock slightly exceeded the result,

received on M.4 rootstock, which was probably due to a smaller size of the crown of the latter under the same 7x5 m planting scheme. In the growth and fruit bearing period, the yield capacity on both rootstock was still quite low, and it did not differ much in various fertilization options; however, it was significantly lower by 12.5–20.5 % in the control plots without fertilization.

In the next period of fruit bearing and growth, the yield capacity increased significantly, especially with organic and organic-mineral fertilization, having exceeded the indicator of the control by 34.8 and 27.1 %, respectively. In the most productive period of fruit bearing, the apple-tree plantations of cultivar Idared on seed rootstock produced a significantly higher yield capacity in all treatments with fertilization than without fertilization; however, when mineral fertilization was applied under the trees on M.4 rootstock, the indicator did not differ significantly from the control. The highest yield capacity on both rootstocks (seed and M.4) with organic fertilization exceeded significantly the effectiveness of the control and the plots with mineral fertilization, accordingly, by 4.6 and 3.1 t/ha (25.1 and 21.2 %, $SSD_{05}=2.1$) and by 3.8 and 2.1 t/ha (22.3 and 19.3 %, $SSD_{05}= 1.9$).

In the period of growth and fruit bearing (2010–2012), under the optimized fertilization with the estimated fertilizer rates (background), the yield capacity of pear cultivar Conference exceeded the indicators of the absolute and production control treatments significantly – by 1.2 and 0.4 t/ha, respectively; and under additional application of $N_{30}K_{30}$ to the background its level was significantly higher than in the "background" treatment. The young plantations of cultivar Osnovianska began fruit bearing less intensively with the yield capacity in the range of 1.7–2.3 t/ha; however, in the treatments with fertilization, the indicator was also much higher than in the absolute control.

In the period of fruit bearing and growth (2013–2019), the yield capacity of cultivar Conference was significantly higher in all experimental treatments with the fertilization, namely – by 2.7–3.6 t/ha (cultivar Osnovianska – by 3.9–5.4 t/ha) as compared with the indicators of the unfertilized control plots, while the indicator did not differ much among the fertilization treatments. In contrast to the previous period of

growth and fruit bearing in which the trees of cultivar Conference were more productive, the trees of cultivar Osnovianska appeared to be more productive in this period. The yield capacity of cultivar Osnovianska was 14.7–20.1 t/ha and the yield capacity of cultivar Conference was only 12.1–15.7 t/ha.

During the period of fruit bearing and growth, a strong direct correlation was found between the plantation productivity of pear cultivars Conference and Osnovianskas and the content of N-NO₃ and K₂O in the soil – with a coefficient of (0.76 ± 0.13) and (0.85 ± 0.08) and (0.72 ± 0.15) and (0.79 ± 0.11), respectively; whereas the correlation was weak with the the content of P₂O₅.

In the trial with top dressing (fertilizer DripFert) on the average within four years under study, the pear-tree yield capacity of cultivar Osnovianska amounted to 14.4–16.3 t/ha; the highest level was reached when fertilizer DripFert was applied (18-18-18+ME).

In 2010–2018, on the average, when the optimized soil fertilization and top dressing were applied, the highest yield capacity of the young pear-trees of cultivar Zolotovoritska was recorded on the plots with the soil fertilization and top dressing (0.5 % carbamide (urea) in combination with 0.3 % CP-CO, which exceeded significantly the control by 20 %.

In the most productive period of a full fruit bearing the yield load per area unit of the cross section of a tree trunk of cultivar Idared on seed and vegetative M.4 rootstock in the treatments with the organic fertilization system was the highest – 0.27 and 0.31 kg/cm²; it exceeded the control by 35 %. In the treatments with the application of organic-mineral and mineral fertilizers the indicator increase was equal to 25 % on seed rootstock and 22 % – on vegetative M.4 rootstock.

In the trial with the optimized fertilization the yield load per 1 cm² of the trunk cross section of the pear-trees of cultivar Conference was the highest – 0.31 kg in the treatment Background + N₃₀K₃₀, that of cultivar Osnovianska was 0.34 kg in the treatment Background + N₃₀; the control indicators (without fertilization) were exceeded by 63 and 70 %, respectively.

The total fruit output of the highest and first commodity cultivars depended on the

fertilization and age periods of fruit bearing. In the full fruit bearing period the highest indicators of cultivar Idared on both rootstock types were recorded at organic (84.4 and 85.6 %) and organic-mineral fertilization (85.6 and 86.0 %).

In the periods of fruit bearing and growth and fruit bearing of cultivar Idared there was a strong correlation dependence between the mass and the total fruit output of the highest and first commodity cultivars with the following indicators: $r = 0.80 \pm 0.11$ and 0.94 ± 0.03

The marketability of Kalvil snihovyi fruit was significantly higher on the plots with the various fertilization systems as compared with the control indicators (without fertilization). In all the studied age periods of cultivar Kalvil snihovyi a strong correlation dependence ($r = 0.85 \pm 0.08$, $r = 0.87 \pm 0.07$ and 0.99 ± 0.01 , respectively) was recorded between the fruit mass and the total fruit output of the highest and the first commodity cultivars.

The greater part of the yield included pears of the highest and first commodity cultivars, however in 2010–2019 significant differences by these indicators were not recorded between the treatments of the trial. The tendency towards the increase of fruit marketability was seen in the treatments with fertilization as compared with the unfertilized control.

It has been established by the anatomical structure of pear fruit (cultivars Conference and Osnovianska) that the additional mineral fertilization at the initial stage (July) of their formation has no effect on parenchyma cell sizes. Later, due to the application of mineral fertilizers $N_{90}P_{60}K_{90}$, Background + $N_{30}K_{30}$ and Background + N_{30} during the fruit growth, the parameters of parenchyma cells increased.

Under the optimized fertilization of the pear-trees (cultivar Conference) in the experimental treatments, the content of dry substances was larger by 1.2–6.7 %, that of cultivar Osnovianska – by 0.7–3.1 %, as compared with the indicators of the control treatment without fertilization. The increase in the fruit sugar level of cultivar Conference was significant in the treatments background + N_{30} and background + $N_{30}P_{30}K_{30}$, the fruit of the studied treatments did not differ much by the content of organic acids. The content of vitamin C in the fruit of the studied treatments

ranged within 3.56–3.62 mg/100 g of raw mass without a serious effect of fertilizers.

In the phase of harvesting maturity the content of nitrates in pear fruit of cultivars Conference and Osnovianska was within 37.8–39.2 and 22.7–23.8 mg/kg of the raw mass, respectively, it was much lower than the maximum safe concentration – 60 mg/kg. The highest indicator was recorded when more fertilizers were applied ($N_{90}P_{60}K_{90}$); the lowest indicator was recorded in the control plots without fertilization.

The amount of production costs spent during a long-term fertilizer application in the apple orchard (cultivar Idared) depended mostly on the yield capacity level and the fertilization systems. The low yield capacity on both rootstocks in the period of growth and fruit bearing led to low profitability and efficiency of the production. The highest profit level in the period of fruit bearing, namely 88.0 and 81.3 th. UAH/ha with the profitability level – 197.5 and 179.7 %, respectively, was received at the extended farmyard manure application of 40 t/ha and 20 t/ha + $N_{60}P_{60}K_{60}$ once in two years.

In the trial with the optimized pear-tree fertilization the profit and the profitability level depended on the fertilization, and, as compared with apples, the fruit price was higher by 2–3 times. In the period of growth and fruit bearing, cultivar Conference had better economic indicators, as far as its yield capacity was concerned, as compared with cultivar Osnovianska. The largest profit from marketing the fruit of the highest and first commodity cultivar – 32.3 th. UAH/ha and the profitability level 154.0 % were received in the treatment background + $N_{30}K_{30}$. Beginning from the year of 2013, in the period of growth and fruit bearing, the economic efficiency indicators increased sharply; when fertilizers were applied, the profit increased by 42.9–59.9 % for cultivar Osnovianska, and by 35.2–46.9 % for cultivar Conference. The smallest profit from marketing pears of both pomological cultivars was received in the control treatment without fertilization (12.23–14.74 th. UAH/ha) with the lowest yield capacity and yield commodity quality. The highest indicators were reached with the additional optimized fertilization of N_{30} i $N_{30}K_{30}$ to the background.

In the trial with a combination of the fertilization and top dressing for pear trees of cultivar Zolotovoritska, the complex optimized soil fertilization and top dressing (0.5 % carbamide (urea) with 0,3 % CP-CO) was the most efficient. As compared with the

control (water spraying), in the periods of growth and fruit bearing and fruit bearing and growth, the profit sum was higher by 63.4 and 29.8 %, respectively, and the profitability level was 69.2 and 296.5 %.

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

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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

1. Копытко Р., Карпенко В., **Yakovenko 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. (45 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

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

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

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

5. Sokoliuk S., Blenda N., Tupchiy O., Nepochatenko O., Ulanchuk V., **Yakovenko R.** Features of Formation of Organizational-Integrative Processes In

Horticulture. *Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference «Education Excellence and Innovation Management: A 2025 Vision to Sustain Economic Development during Global Challenges»*. 1–2 April 2020 Seville, Spain, P. 14259–14266 (25 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

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

6. Копитко П. Г., **Яковенко Р. В.**, Петришина І. П. Дослідження з оптимізації мінерального живлення в насадженні груші. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2013. № 83. Ч. 1. С. 106–111 (35 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

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

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

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

10. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г., Петришина І. П. Урожайність насадження груші залежно від змін родючості ґрунту за оптимізованого

удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2018. № 92. Ч. 1. С. 247–256 (70 % авторства: аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

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

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

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

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

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

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

проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

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

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

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

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

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

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

23. Яковенко Р. В. Продуктивність і економічна ефективність вирощування насаджень груші за оптимізованого удобрення. *Агробіологія: зб.*

наук. пр. Білоцерківського НАУ. 2021. №2 (167). С. 193–199. DOI 10.33245/2310-9270-2021-167-2-193-199

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

Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Які додатково відображають наукові результати дисертації:

Патенти

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

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

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

Посібник

42. Заморський В. В., **Яковенко Р. В.**, Яковенко О. В., Цирта В. С., Щетина С. В. Плодівництво: Посібник. Умань: Світ, 2019. 414 с (25 % авторства:

написання розділу 3, узагальнення експериментальних даних, підготовка рукопису до друку).

Статті

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

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

45. Яковенко Р. В. Ґрунтове удобрення насаджень яблуні. *Пропозиція: сучасний сад та його інтегрований захист (спецвипуск)*. 2012. №4. С. 28–31

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

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

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

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

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

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

52. Яковенко Р. В. Де якому саду місце. *Садівництво по-українськи*. 2015. №2. С. 74–75.
53. Яковенко Р. В. Вапнування ґрунту. *Садівництво по-українськи*. 2016. №1. С 26–28.
54. Яковенко Р. Підживлення насаджень яблуні. *Садівництво і виноградарство: технології і інновації*. 2017. №2. С.48–49.
55. Мельник О. В. **Яковенко Р. В.** Альтернатива хімічній дезінфекції ґрунту. *Новини садівництва*. 2017. №2. С. 13–15 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, написання).
56. **Яковенко Р. В.**, Копитко П. Г., Петришина І. П. Поживний режим ґрунту і продуктивність груші за оптимізованого удобрення основними макроелементами. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. Харків, 2018. С. 238–240 (70 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).
57. Яковенко Р. В. Особливості удобрення груші. *Овоци и фрукты*. 2019. №2. С. 60–61.
58. Яковенко Р. Удобрення яблуні. *Садівництво по-українськи*. 2019. №1 (31). С. 46–47.
59. Яковенко Р.В. Добрива по листу. *Садівництво по-українськи*. 2020. №1 (35). С. 40–41.
60. Яковенко Р. В. Битва за землю. *Садівництво по-українськи*. 2022. №2-3 (50-51). С. 28–30.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СБД – середні багаторічні дані;

м – метр;

см – сантиметр;

г – грам;

кг – кілограм;

т – тонна;

т/га – тонн на гектар;

мг/кг – міліграм на кілограм;

МЕ – мікроелементи;

У – урожайність;

N-NO₃ – нітратний азот (за нітрифікаційною здатністю), мг/кг;

Г – гумус;

ОК – об'єм крони, м;

ПОШ – приріст обхвату штамба;

СДП – середня довжина пагоні;

ПЛП – площа листкової поверхні;

НДП – навантаження дерев плодами;

СМП – середня маса плоду;

ТП – сумарний вихід плодів вищого та першого товарних сортів, %;

Ц – цукри;

ТК – титровані кислоти;

ЦКІ – цукрово-кислотний індекс;

ВЛ – волога;

Х – вміст хлорофілу;

УНУС – Уманський національний університет садівництва;

НВВ – навчально-виробничий відділ;

ІС НААН України – Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України;

ДСТУ – національний стандарт України;

ДСТУ ISO – національний стандарт України, гармонізований з міжнародним стандартом серії ISO;

ГСТУ – галузевий стандарт України;

ГОСТ – міждержавний стандарт СНД;

МВВ – методика виконання вимірювань.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	34
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І ПЛОДОНОШЕННЯ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ ТА ГРУШІ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ (огляд літератури).....	42
1.1. Особливості мінерального живлення плодкових культур.....	42
1.2. Продуктивність садової агроecosистеми.....	54
1.3. Ґрунтовтома та її подолання за повторного вирощування насаджень.....	58
1.4. Ріст і плодоношення яблуні та груші залежно від родючості ґрунту.....	64
1.5. Урожайність і якість плодів яблуні та груші за ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення.....	68
1.6. Економічна ефективність удобрення насаджень яблуні та груші.....	75
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	79
2.1. Місце проведення досліджень	79
2.2. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови досліджень.....	79
2.3. Досліди та їх характеристика	91
2.4. Об'єкти досліджень.....	96
2.5. Методика досліджень.....	97
РОЗДІЛ 3. ҐРУНТОВТОМА ТА ЗАХОДИ ЇЇ ПОСЛАБЛЕННЯ.....	101
3.1. Наявність у ґрунті токсинів.....	101
3.2. Нейтралізація ґрунтовтоми за повторного вирощування яблуні.....	108
3.3. Елементи родючості ґрунту.....	114
РОЗДІЛ 4. ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ В ПОВТОРНИХ	

НАСАДЖЕННЯХ ЯБЛУНІ І ГРУШІ ЗА ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ.....	119
4.1. Агрохімічні властивості ґрунту	119
4.2. Фізичні властивості ґрунту.....	133
4.3. Біологічні властивості ґрунту.....	136
РОЗДІЛ 5. ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ФІТОМАСИ ПОВТОРНО ВИРОЩУВАНИХ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ І ГРУШІ ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ.....	144
5.1. Водний режим листя	144
5.2. Вміст у листках пігментів	154
5.3. Вміст у листках макроелементів	159
5.4. Баланс фітомаси яблуні залежно від довготривалого удобрення.....	165
РОЗДІЛ 6. РІСТ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ І ГРУШІ У ПОВТОРНО ВИРОЩУВАНИХ НАСАДЖЕННЯХ ЗА ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ.....	171
6.1. Активність росту.....	171
6.2. Площа листової поверхні	184
6.3. Параметри крон.....	193
РОЗДІЛ 7. УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ТА ГРУШІ ЗА ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ.....	206
7.1. Плодоношення насаджень.....	206
7.2. Урожайність насаджень.....	219
7.3. Товарна якість плодів.....	232
7.4. Структура паренхіми і хімічний склад плодів.....	240
РОЗДІЛ 8. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ І ГРУШІ ЗА ОПТИМІЗАЦІЇ ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ Й ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ.....	255

РОЗДІЛ 9. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК РОСТУ ДЕРЕВ, ВРОЖАЙНОСТІ НАСАДЖЕНЬ І ТОВАРНОЇ ЯКОСТІ ПЛОДІВ З ПОКАЗНИКАМИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ.....	264
ВИСНОВКИ.....	273
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ ТА ПРОЕКТИМ УСТАНОВАМ.....	278
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	280
ДОДАТКИ.....	331

ВСТУП

Продуктивність плодкових насаджень залежить від багатьох чинників, а саме: підбір високопродуктивних сортів, сортопідщепних комбінувань, конструкцій насаджень, екологічних умов вирощування та агротехнологічних прийомів догляду. Ефективність дії останніх зумовлюється рівнем родючості ґрунту та його регулюванням і системою удобрення, яка повинна оптимізувати поживний режим ґрунту й досягнути підвищення продуктивності садових культур, зокрема яблуні і груші. Питаннями удобрення плодкових культур у різні часи займалися вітчизняні та зарубіжні науковці С. С. Рубін, М. Н. Язвицький, Є. Д. Зеленська, А. Г. Шепельська, П. Г. Копитко, Г. К. Карпенчук, А. О. Красноштан, В. І. Майдебуря, В. М. Лебедев, В. І. Сенін, І. І. Середа, М. В. Козак, В. П. Попова, А. К. Кондаков, Ю. В. Трунов, Н. Є. Попова, М. Д. Романенко, Н. Г. Ільчишина, В. С. Цирта, Н. І. Литвин, Н. Ф. Мочан, В. М. Жук, В. В. Манзій, С. Ю. Пермякова, С. Д. Чебан, Т. В. Малюк, А. Thompson, A. Sadowski, D. Wrona, P. Wojcik, Zhao Zuoping, Peng Xing-xing, Guo Zheng, D. Gasparatos, G. Neilsen та ін.

Проблема науково обґрунтованого застосування добрив у насадженнях плодкових культур, які тривалий період і повторно вирощуються на одному місці, залежно від змін властивостей ґрунту за багаторічного вирощування самих деревних садових фітоценозів, а також під впливом удобрення та від особливостей підщеп і вікових періодів життя й плодоношення залишається недостатньо вивченою, особливо за повторного вирощування нових на місці розкорчованих старих садів. При цьому проявляється таке негативне явище, як ґрунтовтома, що зумовлюється комплексом факторів при вирощуванні попередніх насаджень: ущільненням ґрунту, насичення його токсичними речовинами при застосуванні засобів хімічного захисту від хвороб, шкідників і бур'янів, кореневими виділеннями викорчуваних дерев та накопиченням шкідливої мікрофлори. Все це негативно впливає на молоді дерева, які висаджуються на місці розкорчованого старого саду. Пошук шляхів усунення або послаблення негативної дії ґрунтовтоми набуває все більшої актуальності. Вирощування плодкових насаджень повторно на одному і тому ж місці зумовлено низкою причин, що негативно впливають на

застосування садозміни. Основними причинами є вирощування інтенсивних насаджень короткого циклу використання з необхідною інфраструктурою (шпалерою, системою зрошення, протиградовою сіткою тощо), господарські об'єкти з під'їзними мережами, що розміщені на приватизованих землях, які не можна замінювати на будь-який розсуд.

У теперішній час перед садівниками гостро стоїть питання високої вартості добрив, що в структурі витрат на вирощування найбільш поширених культур яблуні і груші займає вагомим місце. Розробка системи удобрення для досягнення оптимізації поживного режиму ґрунту завдяки внесенню необхідної кількості певних добрив для основного удобрення та використання в комплексі позакореневих підживлень сприятиме економному їх використанню та відповідно зниженню собівартості вирощуваних плодів. Завдяки зменшенню внесення добрив оптимізоване удобрення також відповідає запровадженню екологічно безпечних технологій в садівництві та отриманню якісних плодів.

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

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

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

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

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

Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання:

- дослідити вплив тривалого удобрення повторних насаджень яблуні і груші на властивості ґрунту в різні вікові періоди дерев;
- удосконалити спосіб визначення норм азотних, фосфорних і калійних добрив для оптимізованого ґрунтового удобрення плодоносних насаджень яблуні і груші;
- виявити вплив ґрунтовтоми на ріст молодих дерев яблуні на вегетативно-розмножуваній (вегетативній) слаборослій підщепі за повторної культури;
- розробити спосіб прискорення морфогенезу плодоносних утворень

груші на середньорослій підщепі за позакореневого підживлення комплексом елементів живлення;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лабораторно-польові досліді проведено з метою вивчення можливості

зниження дії ґрунтовтоми зміщенням саджанців яблуні на карликовій підщепі відносно осі ряду, а також сівбою сидеральних культур і внесення органічних добрив у пристовбурну смугу щойно розкорчованих дерев.

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

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

Наукова новизна одержаних результатів. Новизна роботи полягає у встановленні закономірностей підвищення продуктивності повторних насаджень яблуні і груші сильно- та середньорослих сортопідщепних комбінувань за оптимізованого удобрення в різні вікові періоди і розробки заходів послаблення дії ґрунтовтоми у новозакладених насадженнях за повторної культури.

Вперше:

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

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

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

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

– встановлено ефективне підвищення продуктивності повторних насаджень яблуні і груші оптимізованим удобренням з високими щорічними врожаями

якісних плодів у різні вікові періоди дерев;

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

дістало подальшого розвитку:

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

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

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

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

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

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

Практичні рекомендації запроваджено в промислових плодкових насадженнях наступних областей: Черкаська – НВВ Уманського НУС, ТОВ Сіріус-Агро, ТОВ Софт торг, ФГ Гарна справа, ФГ Вікторія, ФГ Червона калина-С, Дослідній станції помології ім. Л. П. Симиренка Інституту садівництва НААН України,

Вінницька – ТОВ Сад-Логіст, ФГ РІА, Чернівецька (ФГ Макосад) і Миколаївська (ТОВ Підгур'ївське), що підтверджено актами впровадження. В садівничих регіонах України поширюється науково-технічна інформація, зокрема з удобрення насаджень яблуні і груші, та надається дорадча допомога асоціації Укрсадпром (довідка).

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

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

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

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

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень та основні положення дисертаційної роботи обговорювалися на засіданнях кафедри плодівництва і виноградарства та конференціях професорсько-викладацького складу (2007–2021) і вченій раді (2019) Уманського національного університету садівництва; фаховому семінарі „Плодоовочівництво” (2016); Міжнародних науково-практичних конференціях «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2012–2018), «Нове промислове садівництво» (Дніпровське, 2018), «Сучасні виклики та проблеми науки» (Вашингтон, 2020), «Актуальні проблеми

науки і практики» (Амстердам, 2021), «Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення» (Житомир, 2022), Міжнародних наукових інтернет-конференціях «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства» (Тернопіль, 2014), «Інновації в садівництві» (Умань, 2017, 2019, 2021), Всеукраїнських наукових конференціях молодих учених (Умань, 2009–2012), Всеукраїнській науковій конференції – IV Симиренківські читання «Адаптивні сорти та технології – основи сучасного садівництва» (Київ, 2009), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив» (Умань, 2019), III Національному Дні саду (Чемерівці, 2016), Днях саду Уманського НУС «Сучасні технології в садівництві» (Умань, 2019, 2020), регіональному семінарі для керівників і спеціалістів садівничих господарств Дніпропетровської області (Спаське, 2008), науково-практичному семінарі «Мліївський інститут помології ім. Л. П. Симиренка та кафедра плодівництва і виноградарства Уманського агроуніверситету – садівникам Черкащини» (Мліїв, 2009), науково-практичному семінарі «Сучасні технології вирощування яблуні і смородини від компанії Самміт-Агро Юкрейн» (Мліїв, 2013), виробничому семінарі із садівництва від компанії «Сєдна-Агро» (Нова-Ушиця, 2016), вебінарі «Основи продовольчої безпеки від аграріїв» (Умань, 2022).

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

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

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І ПЛОДОНОШЕННЯ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ ТА ГРУШІ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

(стан вивчення проблеми)

1.1. Особливості мінерального живлення плодових культур

Інтенсивні технології вирощування садових культур, зокрема основних з них – яблуні і груші, передбачають високу ефективність виробництва продукції плодівництва за оптимізації мінерального живлення плодових дерев, що зумовлюється не лише наявністю достатніх кількостей потрібних для них живильних елементів у ґрунті, а й низкою оптимізованих параметрів інших важливих показників його родючості: фізико-хімічних, фізичних, біологічних. Діагностування вимог плодових культур до мінерального живлення неможливе без урахування умов ґрунтового середовища, для чого необхідне запровадження моніторингу потреб яблуні і груші в окремих елементах живлення. Лише на такій основі у разі належного догляду за деревами можна отримати максимальну врожайність якісних плодів у насадженнях різної конструкції [1–6].

Для забезпечення високої продуктивності плодових насаджень впродовж тривалого періоду вирощування на одному місці та повторного закладання на тій же ділянці потрібно дуже ретельно та відповідально вирішувати питання підбору ділянки під закладання саду та в подальшому догляду за ґрунтом для забезпечення на багато років його родючості на необхідному рівні. Ґрунтові умови на правильно підібраній під сад ділянці повинні задовольняти потреби кореневого живлення молодих і плодоносних насаджень. Тому, важливим питанням при закладанні та вирощуванні плодових багаторічних насаджень є проведення ретельного дослідження ґрунту перед закладанням саду для оцінки відповідності його властивостей біологічним особливостям і потребам у живленні плодових культур [7-13].

У лісостепій зоні насадження яблуні і груші вирощуються в основному на

найбільш поширених та придатних для ведення садівництва сірих й темно-сірих опідзолених ґрунтах, чорноземах типових, вилугуваних й опідзолених, які вважаються найбільш придатними для цих культур [14–21]. Однак, на різних відмінах навіть цих ґрунтів умови кореневого живлення і, відповідно, продуктивність яблуні й груші значно різняться [2, 10, 11, 14, 16, 21].

Ґрунтові умови є важливою частиною умов вирощування плодкових культур. Деградація ґрунту, зниження ґрунтової родючості, розвиток деструктивних процесів і дефіцит ліофільних елементів у агроландшафтах в останні роки є однією з актуальних проблем сільського господарства загалом, а в умовах монокультури плодкових насаджень, де відбуваються втрати органічної речовини та погіршуються агрофізичні показники ґрунту вони надто актуальні. Знизити ці негативні процеси можливо завдяки внесенню органічних добрив [22–32].

Ґрунт, що забезпечує ріст і відповідну продуктивність плодкових культур є складною екосистемою. Охорона цієї екосистеми є необхідним заходом для підтримання родючості ґрунту. Рівновага ґрунтової екосистеми основана на динамічній взаємодії між мінеральними частинками ґрунту та органічною речовиною і, зокрема, з ґрунтовими організмами, які є редуцентами цієї речовини [33–37].

Антропогенний вплив на ґрунт призводить до порушення рівноваги біогеоценозу, зниженню ґрунтової родючості, зменшенню вмісту гумусу, особливо у верхньому шарі ґрунту. Його родючість - це в кінцевому результаті умова мінерального харчування плодкових культур. Відомо, що на ґрунті з достатнім запасом органічної речовини та елементів живлення плодіві культури розвиваються краще, ніж на бідних. Родючість визначається сукупністю властивостей ґрунту та комплексом екологічних факторів [1, 38–41].

Оскільки ґрунт є основним компонентом біосфери, то відтворення і підтримання його родючості на оптимальному рівні є обов'язковою умовою не лише високої продуктивності вирощуваних культур, а й екологічної безпеки та стійкості всього природного середовища.

Щоб інтенсивні сади стабільно плодоносили й щороку давали високі врожаї,

мінеральне живлення рослин потрібно балансувати за допомогою удобрення. Головну роль у цьому відіграє ґрунтове удобрення, воно забезпечує оптимальний уміст основних мінеральних елементів: азоту, фосфору та калію, які потрібні рослинам у найбільших кількостях [42–47]. Для створення всієї біомаси дерева у процесі кореневого живлення забирають із ґрунту до 90 % цих елементів. Лише їх невелику частинку – до 10 % разом із іншими макро- й мікроелементами дерево додатково засвоює через листя під час позакореневого підживлення, яке застосовують за недостатнього надходження поживних речовин із ґрунту у певні пікові періоди вегетації. Такі умови створюються за весняної нестачі тепла або в спекотні літні періоди. Ранньої весни у холодному ґрунті нітрифікаційні процеси слабкі, й для нормального кореневого живлення рослинам не вистачає нітратного азоту, неактивно за таких умов корені поглинають й решту поживних речовин із ґрунтовим розчином – через послаблену транспірацію, адже температура повітря не висока. Під час тривалих, спекотних і посушливих літніх періодів недостатнє ґрунтове живлення зумовлене надмірним висушуванням верхніх шарів ґрунту – там зменшується уміст розчинних сполук і форм мінеральних елементів та доступної для рослин вологи, відповідно, ґрунтовий розчин рослинами засвоюється недостатньо. У незрошуваних насадженнях ці процеси є особливо сильними, а при зрошенні вплив посухи на живлення дерев можна суттєво пом'якшити [1, 34, 36, 40, 46].

Насичення ґрунту активним – тонким, і дрібним корінням, яке забирає з ґрунтовим розчином поживні речовини, значно різниться у приштамбових смугах і міжряддях, що утримуються під залуженням чи у паровому із систематичними обробітками стані. Такі дослідження проводилися в Уманському НУС [48, 49], де було встановлено, що верхній шар ґрунту завглибшки 0-20 см найбільше насичений дрібним активним корінням у приштамбових смугах, де його у чотири рази більше, ніж у міжряддях за парової та дерново-перегнійної систем їх утримання. При цьому в залужених міжряддях у поверхневому шарі ґрунту домінує коріння трав, якого в 35 разів більше від маси коріння яблуні, тобто наростання останнього сильно обмежується трав'янистою рослинністю.

Плодові насадження це довготривала монокультура, яка представляє собою нестійку агроєкосистему, де широко застосовують обробіток ґрунту, мінеральні добрива, пестициди, що в свою чергу негативно впливає на родючість ґрунту [1, 2, 41, 50]. Надмірне застосування пестицидів призводить до накопичення їх у великій кількості в ґрунті. Використання забруднених ґрунтів для вирощування плодової продукції впливає негативно на саме цінне - здоров'я людини [51–53]. А повторне вирощування плодових рослин не можливе або зазнає ґрунтовтоми.

У зв'язку з цим оптимізоване удобрення сприяє запровадженню екологічно безпечних технологій в садівництві, завдяки зменшенню внесення добрив і, відповідно, отриманню екологічно чистіших плодів [18, 54–56].

Визначальний вплив екологічних факторів на особливості росту та розвитку плодових культур підтверджено багатьма дослідниками [57–59]. Встановлено, що поживний режим по різному впливає на рослину й від нього залежить, як буде розвиватися дерево та реагувати на ті чи інші агротехнічні заходи.

Інтенсивна технологія вирощування продукції садівництва передбачає застосування у великих кількостях різних хімічних речовин, зокрема добрив і засобів захисту рослин. Поряд з нею існує альтернативна система – органічного садівництва, що позитивно впливає на екологічний стан довкілля й якість плодів. У дослідженнях [60] проведених у США в штаті Вашингтон було встановлено, що у порівнянні з інтенсивною органічна система сприяє виробництву екологічно якісніших плодів, підвищується прибутковість та енергоефективність виробництва

У дослідженнях, проведених у Греції, де вивчалися органічна і традиційна технології ведення садівництва було встановлено, що вони майже не відрізнялися впливом на вміст елементів живлення у ґрунті, крім більших концентрацій К, Са, Na, Cu і Zn, при традиційній технології завдяки внесення добрив. Також за органічної системи відбулося деяке зменшення кількості органічної речовини в ґрунті [61].

За вирощування органічної продукції, де обмежене використання добрив та засобів захисту промислового походження, відбувалося збільшення кількості фенольних сполук в органічно вирощених яблуках [62, 63]. Органічні яблука, що

містять високий вміст фенолів є цінними для споживачів, але можуть бути не рентабельними для виробника плодів, оскільки дефіцит азоту зазвичай призводить до зменшення плодів і відповідно врожаїв [64, 65].

Зміна гумусованості ґрунту та тривале вирощування саду під впливом органічних і мінеральних добрив. Важливими показниками родючості ґрунтів є запаси гумусу та поживних речовин. Розрізняють потенційну родючість ґрунтів, яка визначається загальними (валовими) запасами гумусу та елементів живлення плодкових культур, а також ефективну родючість, яка в основному залежить від наявності та кількості доступних плодівій культурі елементів живлення і визначає рівень їх врожайності. Потенційна та ефективна родючості ґрунту знаходяться в динамічній рівновазі, і при порушенні її в умовах, характерних для певної кліматичної зони, різні форми родючості здатні переходити з однієї в іншу [96].

Для поповнення запасів гумусу в ґрунт потрібно вносити органічні добрива [1, 66–68]. В умовах нестачі гною і постійного підвищеного використання мінеральних добрив вирішити цю проблему можливо завдяки залучення всіх можливих джерел свіжої органічної речовини, зокрема сидератів. Зароблена в ґрунт зелена маса сидератів (травосуміші злакових і бобових рослин) є енергетичним матеріалом для мікроорганізмів, у зв'язку з чим посилюються біологічні процеси, які спрямовані на трансформацію біомаси в мінеральні сполуки та частковим збагаченням органічною речовиною [69–72].

Гумус, будучи природною органічною речовиною, незважаючи на свою стійкість, поступово розкладається тобто відбувається його мінералізація, особливо без періодичного надходження в ґрунт органічної речовини. Швидке зменшення вмісту гумусу може відбуватися з двох причин, що зумовлюють його втрати в результаті переваги процесу мінералізації гумусу над його утворенням через недостатнє надходження та гуміфікації свіжих органічних речовин (біологічні втрати) і через ерозію ґрунту (механічні втрати). Втрати гумусу як основи родючості являють особливу небезпеку, з якою пов'язано не тільки зниження вмісту поживних речовин, але і погіршення водного режиму ґрунтів, фізичних, хімічних та біологічних властивостей [73-75].

В плодкових насадженнях надходження органічної речовини в ґрунт підтримує динамічну рівновагу самого ґрунту, забезпечує життєдіяльність ґрунтових організмів, утворення гумусу та підтримку структури ґрунту. Тому, найкращі результати забезпечує раціональне поєднання мінеральних добрив з внесенням органічних для захисту та підтримки родючості верхнього шару ґрунту, що сприяє також активізації біологічних процесів у ньому та зниженню хімічного навантаження на природне середовище [76, 77].

Тривалими дослідженнями [76, 78–90] із садовими культурами в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, а також за кордоном у близькому та дальньому зарубіжжі встановлено позитивний ефект використання органічних і мінеральних добрив, які сприяли збільшенню вмісту органічної речовини в ґрунті та підвищенню продуктивності плодкових насаджень.

У дослідженнях Т.В. Малюк, Н.Г. Пчолкіної [91], проведених на Мелітопольській дослідній станції садівництва НААН України, встановлено, що застосування органічних і мінеральних добрив, а також багаторічне використання задерніння ґрунту сумішшю злакових трав у 45-річних плодкових насадженнях зумовило підтримання стабільного вмісту гумусу та відсутність значних його втрат на чорноземах південних легкого та середнього гранулометричного складу. Це є ефективним засобом регулювання та підтримання бездифіцитного балансу гумусу в чорноземних ґрунтах під плодковими насадженнями

Слід зауважити, що майже у всіх проведених дослідженнях сумісне застосування органічних і мінеральних добрив за ефективністю було на рівні внесення лише органічних, хоча сумарна кількість елементів живлення внесених разом у ґрунт менша, ніж при внесенні гною. Вміст гумусу у ґрунті збільшувався краще за внесення органічних добрив. Це могло бути зумовлено не однаковою біологічною активністю ґрунту. За систематичного внесення органічних і мінеральних добрив вона дещо вища, ніж за внесення лише органічних добрив, зокрема посилюються процеси мінералізації органічної речовини [92, 93]. У результаті цього може вивільнюватися велика кількість доступних для рослин мінеральних форм елементів живлення, що сприяють нейтралізації шкідливої дії

біотоксичних речовин, які потрапляють у ґрунт під час обробок дерев від шкідників і хвороб, особливо при повторному вирощуванні дерев.

Поряд з ефективністю органічної і органо-мінеральної систем удобрення дослідниками [1, 94–102] також встановлено, що застосування науково обґрунтованих систем внесення лише мінеральних добрив також сприяє збереженню родючості ґрунту та підвищує продуктивності насаджень. Але при цьому слід звернути увагу на екологічно безпечну та економічно доцільну систему використання мінеральних добрив.

У деяких дослідженнях [103–110], проведених в різних ґрунтово-кліматичних умовах, встановлено, що при довготривалому внесенні мінеральних добрив відбувалося підвищення вмісту гумусу, зокрема під польовими культурами завдяки збільшенню маси післяжнивних і кореневих залишків; а під плодовими культурами завдяки збільшенню кількості органічного опаду в зв'язку з більшим розміром дерев під впливом мінеральних добрив. У ґрунті, який не удобрювався взагалі, відбувалося зменшення вмісту гумусу порівняно з початковим вмістом, що підтверджується низкою досліджень [107, 110–112].

Властивості ґрунту плодкових насаджень під впливом органічних і мінеральних добрив. Поряд із вмістом органічної речовини рівень родючості ґрунту характеризується наявністю у ньому елементів мінерального живлення [113]. Мінеральне живлення рослин є виключно важливою складовою частиною обміну речовин у рослинному організмі, оскільки воно визначає спрямованість біохімічних перетворень різних сполук, ріст, розвиток, рослинного організму, продуктивність насаджень і якість врожаю [114, 115]. Серед елементів, які рослина споживає у великих кількостях і якими потрібно поповнювати ґрунтові запаси – це макроелементи: азот, фосфор і калій.

Для живлення плодкових рослин азот у кількісному відношенні потрібний найбільше і в значно більшій кількості, ніж інші елементи. Засвоюється даний елемент рослиною з ґрунту зазвичай у формі мінеральних сполук з іонами NH_4^+ і NO_3^- , що утворюються в процесі мінералізації органічних речовин або вносяться з добривами. Нормальне живлення амонійною формою азоту відбувається за

достатнього вмісту в рослинах вуглеводів, нейтральної чи лужної реакції ґрунту, підвищеного вмісту в ньому кальцію і магнію. За кислої реакції ґрунту, тобто в ґрунтових умовах, в яких частіше вирощується деревна рослинність, зокрема яблуня та груша, краще засвоюється нітратна форма азоту. Рослини частково можуть засвоювати й амідну форму цього елемента з органічних речовин: амінокислот, карбаміду, аспарагіну. За нестачі азоту для живлення плодкових культур насамперед послаблюється їхній ріст, зменшуюється нагромадження біомаси та відповідно співвідношення між надземною частиною і кореневою системою. Це є наслідком зниження продуктивності фотосинтезу, зумовленого зменшенням площі асиміляційної поверхні листя і вмісту в ньому хлорофілу [116–118].

У плодоносних насадженнях яблуні та груші оптимальна забезпеченість дерев азотом відіграє значну роль у підтриманні високої продуктивності плодової деревини, для зав'язування плодів і зменшення їх осипання у період формування врожаю, для диференціації плодкових утворень. Особливо тісний кореляційний зв'язок спостерігається між рівнем забезпеченості азотом і урожаєм в наступному році [119–121].

В.М. Лебедев [122] вважає, що оптимальним вмістом азоту в ґрунтовому розчині для плодкових культур є 50-150 мг/л, який відповідає внесенню 180-270 кг/га д.р. азотних добрив і забезпечує максимальну продуктивність яблуні. У дослідженнях Ю.В. Трунова [123, 124] вміст легкогідралізованого азоту в орному шарі яблуневих садів і розсадників знаходився в межах 4-6 мг%, тоді як рівень оптимальної концентрації цього елемента для високої продуктивності яблуні складав 7,5–8,5 мг%.

П.Г. Копитком [1, 19] у традиційних насадженнях яблуні встановлено, що найкращі умови живлення, а відповідно ріст і плодоношення дерев, забезпечується за оптимальних параметрів родючості ґрунту. На основі результатів довготривалих досліджень для Лісостепової і Степової зон встановлено оптимальний рівень нітратного азоту, після 14-добового компостування в шарі 0-40 см, мг/кг ґрунту для: сірих ґрунтів 15–20, темно-сірих опідзолених 22–25,

чорноземів опідзолених 25-31 і чорнозему звичайного – 34-35.

Азот відрізняється від інших елементів ґрунтового живлення особливостями своєї поведінки в ґрунті, високою мобільністю, великою кількістю різноманітних форм, здатністю до порівняно швидкої трансформації, яка визначається комплексом едафічних, кліматичних та агротехнічних факторів [125].

Dariusz Wrona [126] стверджує, що щорічний винос азоту, за врожайності саду 40 т/га, складає 0,05% або це всього 20 кг. Така ж кількість азоту акумулюється у деревах упродовж вегетаційного сезону вирощування насаджень яблуні. Тому, особливо на родючих ґрунтах внесення добрив повинно бути помірним, в міру необхідності з дозою 50-60 кг/га. Це підтверджується дослідженнями проведеними в різних ґрунтово-кліматичних зонах [1, 76, 88, 110, 112–114].

За надмірного азотного живлення плодкових культур відбувається подовження вегетації, що призводить до невизрівання тканин і, відповідно, пошкодження взимку низькими температурами, а навесні - квіток весняними приморозками. Надмірно високий вміст нітратного азоту в ґрунті під плодовими деревами може блокувати їхнє живлення фосфором, залізом та іншими елементами, що викликає фізіологічні захворювання і зниження продуктивності, а головне наносить шкоду навколишньому середовищу шляхом промивання нітратної форми азоту в глибші шари ґрунту [1, 36, 54, 95, 127–137]. Також надмірне використання добрив призводило до великих викидів N у атмосферне повітря шляхом випаровування аміаку та процесу денітрифікації [138].

У дослідженнях [139–142], проведених в інтенсивних насадженнях яблуні, динаміка доступного азоту в ґрунті вказує на те, що удобрення азотом доцільно проводити тільки рано навесні, коли запаси нітратного азоту знаходяться на мінімальному рівні. Пізніше, в результаті мінералізації органічної речовини у ґрунті виділяється достатня кількість азоту, який дерева інтенсивно поглинають з травня по липень місяць.

Застосування різних варіантів та способів внесення азоту в осінній період у традиційних та інтенсивних насадженнях яблуні суттєво не впливало на

урожайність і вегетативний ріст дерев [143, 144].

Утримання ґрунту в міжряддях саду ущільнених насаджень за дерново-перегнійною системою вимагає більшого удобрення азотом порівняно з чистим паром. Також більший вміст цього елемента є у приштамбовій смузі, де ґрунт утримується під гербіцидним паром або мульчується скошеною травою, після косіння міжрядь в саду [145–152].

Фосфор - один з основних елементів живлення рослин. Особливо висока значимість забезпечення рослин фосфором для нормального проходження репродуктивних процесів - цвітіння і плодоношення, але нестача фосфору може позначатися і на ростових процесах яблуні, навіть при нормальному забезпеченні іншими елементами. Досить важлива роль фосфору в таких життєвих процесах, як фотосинтез і дихання, а також в інших функціях біоенергетики і біосинтезу [18, 19, 153–157]. Нестача фосфору для живлення плодкових культур, особливо молодих, викликає послаблення коренеутворення та галуження коріння, росту пагонів, які стають надто тонкими. Листя дрібнішає, набуває неприродного темно-зеленого кольору з пурпуровим і бронзовим відтінками, восени передчасно обпадає. Навесні затримується розпускання бруньок, особливо бічних, які так і не відновлюють вегетацію [1, 158, 159].

Надмірне забезпечення плодкових рослин фосфором за різкого підвищення вмісту в ґрунті його рухомих сполук може зумовити недостатнє живлення цинком. На фоні лужної реакції та високої карбонатності ґрунту це викликає фізіологічні захворювання, наприклад розетковість, яка нерідко виявляється одночасно з хлорозом [3, 160, 161].

Дослідженнями М.І. Рогачева [162] встановлено, що підвищення вмісту нітратів у ґрунті при осінньому і весняному внесенні азотних добрив, на високозабезпечених фосфором ґрунтах, знижувало вбирання деревами фосфору, що зменшувало його вміст у рослинах до оптимального рівня. Одночасне збільшення вмісту азоту в деревах сприяло підвищенню співвідношення N/P_2O_5 більш ніж у 3 рази, що позитивно вплинуло на ріст і врожайність яблуні.

Доступність ґрунтових фосфатів і фосфітів мінеральних добрив рослинам

сильно варіює і залежить від ряду факторів: гранулометричного складу, кислотності ґрунту, вмісту гумусу, насиченості вбирними основами, вологістю, температури ґрунту, потреб рослин у фосфорі, виду і доз добрив, а також тривалості їх застосування. На ґрунтах з оптимальним вмістом рухомого фосфору для отримання високих і економічно вигідних врожаїв плодових культур рекомендується вносити фосфорні добрива в кількостях, еквівалентних виносу [19, 123, 144].

Дослідження також свідчать, що варто при удобренні також враховувати особливість блокування азоту надмірним вмістом фосфору в ґрунті. Це пояснюється однойменним електричним зарядом нітратів і фосфатів, що взаємно блокується надходження їх в коріння. Тому краще вносити азотне добриво в борозни за низького забезпечення ґрунту фосфором і поверхнево - за високого [163, 164].

Фосфор в ґрунті відрізняється низькою рухливістю і доступністю рослинам, тому в більшості випадків потрібне внесення розчинних мінеральних фосфорних добрив. Фертигація забезпечувала більш високий рівень вмісту доступного фосфору в ґрунті, ніж поверхневе його внесення, та інший розподіл по шарах ґрунту, що, безсумнівно, сприяло підвищенню продуктивності рослин [165].

Калій подібно до азоту є одним з найнеобхідніших для розвитку плодових культур елемент живлення, хоча й хімічно не зв'язаний в органічних сполуках. Він відіграє важливу роль у вуглеводному і білковому обмінах, активує ферменти та ферментні системи, сприяє використанню азоту в амонійній формі, підтримує в оптимальному фізичному стані колоїди клітин, підвищує водоутримувальну здатність цитоплазми, стійкість рослин проти зневоднення тканин за несприятливих факторів середовища: посухи, низьких температур, грибних захворювань тощо [1, 80, 166].

У Китаї [167] з метою з'ясування впливу періодів і норм застосування калійних добрив у насадженні яблуні був проведений польовий експеримент та проаналізовано результати досліджень враховуючи врожайність, якості плодів, ефективність використання калійних добрив і вміст елементів живлення у листі та

плодах. Результати показали, що порівняно із варіантом де калій не застосовувався, всі обробки калійними добривами сприяли значному збільшенню врожайності в середньому на 4,3%-33,2% і покращенню якості плодів. Застосуванням повної норми калійного удобрення в період росту плодів, а також половинних норм у періоди цвітіння й росту плодів сприяло підвищенню врожайності, кращій якості яблук та вищій ефективності використання калію, а також підтриманню відносно стабільного рівня концентрації калію в листі. Проте застосування половинних норм калійного добрива в період розпускання бруньок і цвітіння призвело до значного зменшення концентрації кальцію у плодах, що знижувало їх якість.

У дослідженнях В.П. Попової та ін. [168], які проводилися в насадженнях плодових культур, встановлено зниження вмісту калію в ґрунті, нижче оптимального рівня, у зв'язку з більшим поступленням його в плоди при підвищенній врожайності. Тому застосування калійних добрив у насадженнях плодових культур, особливо груші, потребує подальшого всебічного вивчення.

За інтенсивної технології вирощування насаджень яблуні і груші відбувається значне застосування засобів захисту від шкідників, хвороб і бур'янів. За таких умов у верхній шар ґрунту потрапляє велика кількість біотоксичних хімічних речовин і важких металів. Проходячи ряд перетворень у ґрунті вони утворюють речовини, які більш токсичні для дерева, ніж самі хімічні припарати. При значному накопиченню вони можуть викликати стресові ситуації, які негативно впливають на мікробіологічні процеси в ґрунті, що приводить до зниження біологічної активності ґрунту [169, 170]

Так, у дослідженнях Г.М. Теренько [171] встановлено, що тривале вирощування (45 років) саду сприяло накопиченню у чорноземі вилугуваному в шарі ґрунту 0-30 см вмісту міді під кронами дерев в кількості 111–130 мг/кг ґрунту, що в 22 рази більше ніж у польовій сівозміні, що є токсичним для вирощування майбутніх дерев. Подібна ситуація з накопиченням міді в темно-сірому опідзоленому ґрунті встановлена також в Уманському НУС П.Г. Копитком [172] в 50-річному насадженні яблуні завдяки систематичного багаторічного застосування мідьумісних препаратів.

Отже, показники родючості ґрунту визначають ефективність систем удобрення в насадженнях яблуні та груші і потребують вивчення й обґрунтування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

1.2. Продуктивність садової агроєкосистеми

Агроєкосистема – штучно створена система (біогеоценоз), продуктивність якої підтримується завдяки застосуванню агротехнічних заходів, зокрема удобрення. Обов'язковою умовою створення і використання високопродуктивних агроєкосистем, які здатні давати високоякісну продукцію, є достатній рівень якісного стану ґрунту [18, 19, 105, 120, 166, 168, 173]. Без підтримки людини агроєкосистема втрачає високу продуктивність та повертається в природний стан. В умовах багаторічних насаджень створюється довгостроковий біоценоз, якому може бути властива саморегуляція, однак при цьому не забезпечується його достатня економічна продуктивність. Таким чином, в садівництві неможливо обійтися без активного управління агроєкосистемою, для чого необхідні значні витрати додаткової енергії, спрямовані на забезпечення максимальної продуктивності дерев [1, 174–176].

Автотрофну основу системи складають плодові дерева. Використовуючи сонячну радіацію, воду і неорганічні поживні елементи, вони створюють споживану людиною продукцію. Її природна величина визначається збалансованим потоком енергії і речовин, що обумовлює рівновагу екосистеми. Також людиною додатково застосовуються матеріали для постачання дерев поживними речовинами і водою та для знищення конкурентів у боротьбі за ці життєві ресурси – бур'янів, шкідників, хвороб та інших фітопатогенних макро-і мікроорганізмів [41, 177, 178].

Садові агроєкосистеми разом з лісовими, утворюють багаторічні насадження. За своїм функціонуванням вони мають багато спільного та істотні відмінності. Спільним між цими системами є те, що в одній і другій продуцентами виступають багаторічні деревні рослини, які живуть на одному місці тривалий час тоді, як у

польовій екосистемі культури змінюють одна одну в сівозміні щорічно або часто. Після розкорчовування насаджень на їх місці висаджуються інші дерева, які також тривалий час будуть вирощуватися на тому ж місці. Отже, біогеоценотичні особливості плодкових культур відчутно відрізняються від польових фітоценозів. Поряд з цим садові агробіоценози, які є багаторічною деревною монокультурою, і тому порівняно малостійкою екосистемою значно відрізняються від поля та лісу тим, що потребують більш інтенсивно антропогенної дії на неї для підтримки росту і продуктивності на високому рівні. Плодова монокультура має деяку подібність з беззмінними польовими посівами в тому, що так само як і вони піддаються дії однакових факторів або причин зниження врожайності, а саме фізичних, хімічних та біологічних. При беззмінній культурі, значний негативний вплив має також ґрунтовтома [1, 19, 72, 80, 179–183]. Це негативне явище обумовлюється накопиченням токсичних речовин та хвороботворної мікрофлори в ґрунті, що підтверджується і нашими дослідженнями [37, 67].

Проявляються зміни властивостей ґрунту в садах дещо по іншому, ніж на полях, частіше більш сильно, що пов'язано з високою інтенсивністю та концентрацією культури, а також особливостями впливу плодкових насаджень на мезо- і мікрокліматичні умови місцевості та гідротермічний режим ґрунту під ними [1, 184].

В лісі видовий склад досить різноманітний, в той час як в садах дерева ростуть одного виду. Розмноження і поширення шкідників і хвороб у саду має більші масштаби, ніж у лісі, де вирощуються різні породи, які можуть частково себе захистити. У лісі не в такій мірі, як в саду коливається вологість ґрунту і повітря [185].

Спільним між лісом і садом є те, що садові культури в далекому минулому вийшли з лісу, тому вони потребують достатньої кількості вологи, особливо в молодому віці, і ґрунтового захисту від сильних вітрів. У лісі проводяться рубки догляду, в саду ж застосовується ціла система агротехнічних заходів, спрямованих на створення добрих умов росту і плодоношення. Тому сад, як культурна агроекосистема, вимагає великої кількості штучної енергії, без застосування якої в

сучасних умовах виростити врожаї неможливо [80, 185, 186].

Баланс елементів живлення в лісовому угрупованні знаходиться в меншій напруженості, ніж в саду. В лісі майже весь опад (сухе листя, гілки та інші органи) попадає в підстилку, згодом перегниває і повторно використовується рослинами. У саду основним опадом є листя, а в деяких випадках також може бути обрізана деревина, що не утилізується із саду. В лісі відбувається нагромадження елементів живлення в стовбурі і гілках, а у садових дерев значна їх кількість вилучається разом з урожаєм і обрізаною деревиною. Тобто, ліс є акумулятором енергії і вона в потенційному вигляді залишається в ньому тривалий час тоді, як в саду вона в більшій частині вилучається з нього постійно [1, 40, 184–186].

Із застосуванням в садівництві високопродуктивних сортопідщепних комбінувань, збільшенням кількості дерев на гектарі садова агроєкосистема стала більш подібною до лісу. Але зі збільшенням одержаної продукції і вилученням її з саду, застосування одновидових насаджень та зменшення кількості сортів сучасний сад став більш інтенсивним по навантаженості екологічних, антропогенних та біотичних факторів. Тому зросла роль мінерального живлення рослин, водопостачання, створення таких фітосанітарних умов, які б до мінімуму зменшували шкідливу дію інтенсифікації. Виникає необхідність використання в садах високопродуктивних сортів і таких підщеп, які б добре використовували природну родючість ґрунтів, адекватно реагували на внесення добрив і добре протистояли забрудненню атмосфери та ґрунту [187–189].

Зменшення органічної речовини в ґрунті негативно впливає на агроєкосистему і порушує її стабільність. Тому система агробіоценозу саду дуже чутлива і потребує ретельних заходів, які спрямовані на відтворення і збереження родючості ґрунту. Застосування лише мінеральних добрив може деякий час сприяти отриманню бажаних врожаїв, але без застосування органічних добрив відбувається зниження ефективної родючості на певному проміжку часу й проявляються ознаки незворотних деградаційних процесів у ґрунті [18]. При цьому, чим вищий отримується попередній урожай, тим більше відбувається деградація ґрунту і швидше повинно реконструюватися насадження через

зниження його врожаю. Уникненню цих негативних явищ сприяє розробка цілеспрямованих заходів відтворення родючості ґрунту в садах у результаті оцінки їх за допомогою оперативного контролю за зміною показників родючості. Прогнозування цих процесів є актуальними питаннями сьогодення. Оскільки ґрунт є основним компонентом біосфери, то відтворення і підтримання його родючості на оптимальному рівні є обов'язковою умовою не лише розвитку ґрунту, а й екологічної безпеки та стійкості природного середовища загалом [190–192].

В основу інтенсифікації садівництва та отримання високих врожаїв якісних плодів повинна бути покладена розробка раціональної системи удобрення, яка повинна базуватися на оптимізації всіх показників родючості ґрунту та внесення тих елементів живлення, яких не вистачає рослині. Її потрібно розробляти для кожного конкретного типу садової агроєкосистеми. При цьому важливо враховувати, що основою всіх агроєкосистем є площа з властивим їй ґрунтовим покривом. Це найважливіша складова частина, від якої залежить розвиток рослинності, яка буде на ній вирощуватися. Дослідженнями встановлено ряд важливих особливостей впливу садових агроєкосистем на навколишнє середовище, в тому числі і на ґрунт, які характерні й для лісових біогеоценозів. В цих лісових біоценозах проводили ґрунтово-біологічні дослідження упродовж багатьох років, результати яких дали цінну інформацію про закономірності і напрямки розвитку ґрунтоутворювальних процесів під деревною рослинністю [193–200]

У плодкових насадженнях таких фундаментальних досліджень проведено не так і багато. Це пов'язано з тим, що виявити видимі зміни процесів ґрунтоутворення під плодовими деревами можливо лише після довготривалого їх вирощування на одному і тому ж місці [8,19, 36, 114, 168]. Більшість досліджень виконувалися з вичення питань, які пов'язані з підбором ґрунтів під плодіві насадження, а також їх реакцію на різні ґрунтові умови, які обумовлені різною родючістю ґрунту. Такі дослідження виконувалися в різних ґрунтово-кліматичних умовах і висвітлені в різноманітних наукових працях [9, 13, 14, 16, 31, 36,

201 - 204]. Також виконувалися багаточисленні дослідження з регулювання ґрунтових умов вирощування та живлення плодових дерев завдяки проведенню садових дослідів із удобренням, утриманням і обробітком ґрунту в садах на всій території колишнього союзу та за кордоном [1, 8, 28, 29, 40, 41, 102, 125, 126, 166–168, 205–207].

Все ж значним недоліком зазначених досліджень в садівництві є недостатнє вивчення у дослідях зміни основних параметрів родючості ґрунту та впливу на їх продуктивність насаджень залежно від сорто-підщепних комбінувань і конструкцій насаджень взагалі. У більшості дослідів воно обмежувалося визначенням в ґрунті вмісту основних макроелементів, гумусу, змін кислотності, його вологості та щільності складення ґрунту. Більшість досліджень проводилися в короткострокових дослідях, хоча такі дослідження потрібно проводити в динаміці у багаторічних дослідях.

Продуктивність садових агробіоценозів обумовлюється не тільки мінеральним живленням, але і екологічним станом у них, важливим регулятором якого є ґрунтове середовище, на яке значно впливають заходи агротехніки, зокрема удобрення. Тому перш ніж рекомендувати застосування тих чи інших заходів, які виявляють антропогенний вплив у садах, зокрема на продуктивність насаджень, потрібно з'ясувати, які ж зміни ґрунтового середовища сприяли підвищенню або зниженню врожайності. Це питання є актуальним у садівництві, особливо при закладанні нових інтенсивних насаджень на місцях розкорчованих садів, де проявляється ґрунтовтома, і необхідності покращення родючості ґрунту під ними для подальшої високої продуктивності.

1.3. Ґрунтовтома та її подолання за повторного вирощування насаджень

Ґрунтовтома – складний процес, що залежить від багатьох чинників. Це природне явище обумовлене комплексом причин, в тому числі підвищенням виносу поживних речовин, зміною фізико-хімічних властивостей ґрунту, накопиченням токсинів, та порушення фізіолого-біохімічних процесів рослинного

організму за безмінного вирощування плодових культур [208–217].

У зв'язку з інтенсифікацією виробництва плодів яблуни, концентрацією насаджень цієї культури в найбільш сприятливих природних умовах її поширення, все частіше доводиться їх закладати на землях після розкорчування старих садів, що зумовлюється рядом факторів зокрема вирощуванням насаджень короткого циклу використання, які мають певну інфраструктуру (протиградова сітка, шпалера, система зрошення) та вирощуються на землях, що є приватною власністю. У такому разі суттєво зростає негативний вплив ґрунтових патогенів особливо на дерева слаборослих сортів на карликових підщепах, і прояви ґрунтовтоми тривають десятки років залежно від вирощування попередніх насаджень та числа разів їх повторного садіння. Повторна культура особливо негативно впливає в перші п'ять років після садіння, блокуючи повернення інвестицій за причини невисокої врожайності, тому подоланню ґрунтовтоми останнім часом надається все більше уваги [218–221].

Ділянки ґрунту, які звільняються після старих насаджень, безумовно зазнають значних змін. Зміна полягає у зниженні родючості ґрунту, а саме зменшенні вмісту гумусу, елементів живлення, погіршенні водно-фізичних властивостей тощо. Разом з тим, в ґрунті з-під викорчуваного саду накопичуються в значній кількості продукти життєдіяльності дерев, так звані кореневі виділення, та продукти розкладання їх маси після розкорчування [222, 223]. Такий ґрунт при тривалій монокультурі міг зазнати і однобічного винесення деревами елементів живлення. У садах, при тривалій їх експлуатації, відбувається ґрунтовтома, яка значно впливає на життєздатність молодих насаджень. Ґрунти, що звільняються з-під старих насаджень потребують проведення певних заходів, спрямованих на підвищення рівня їх родючості і зниження рівня ґрунтовтоми [223–225].

Ґрунтовтома викликає значну проблему в плодових садах в помірному кліматичному поясі, яка також може посилюватися через інтенсифікацію виробництва плодів, яка є однією із причин пересаджування садів на тому ж самому місці, де вже вирощувався сад [226].

Однією із причин ґрунтовтоми може бути накопичення в ґрунті грибів,

бактерій, актиноміцетів, нематод та їх взаємодія [227–237]. Також, причинами цієї «хвороби» ґрунту є фітотоксини, дисбаланс поживних речовин, низький або високий рівень рН, ущільнення ґрунту та нестача або надлишок вологи [227, 238–241].

На думку А. Szczygieł [242], Р.В. Яковенка, П.Г. Копитка [243] зменшити негативний вплив ґрунтовоїми можливо завдяки раціонального удобрення, зокрема внесення органічних речовин. Сумісне удобрення органічними добривами з підживленням азотом, позитивно впливало на активність ґрунтових мікроорганізмів [244, 245]. Отже, знання проблеми ґрунтовоїми може стати великою допомогою для уникнення її негативного впливу на продуктивність новостворених садів, що вирощуються на місці розкорчовуваних старих.

Z. Zydlik [126] у дослідженнях встановила, що згубна дія ґрунтовоїми у нових кварталах саду, висаджених повторно після розкорчованих старих насаджень, проявлялася сильніше там, де, за її твердженнями, створювалися більш оптимальні умови для росту та розвитку дерев. А там, де вони зростали без зрошення і вологість ґрунту була в межах 60 % НВ збільшувався приріст товщини штампів і загалом ріст дерев. При зволоженні ґрунту до 90 % НВ були найгірші результати. За твердженням авторки, оптимальні умови в саду позитивно вплинули на розвиток шкідливої мікрофлори та нематод, тому ріст і розвиток дерев пригнічувався. Також використання в повторно вирощуваних насадженнях у приштамбових смугах мульчуючого матеріалу (соломи пшениці), не сприяло кращому росту дерев порівняно з деревами, вирощуваними без застосування мульчі. Однак, щодо цих результатів варто зауважити, що за підвищення вологості ґрунту до 90 % дерева могли пригнічуватися через нестачу повітря в ґрунті для кореневої системи, а мульчування могло сприяти посиленню цієї нестачі.

Дослідженнями А.О. Красноштана та В.В. Манзія [222] встановлено значне зниження ростових процесів дерев яблуні в молодих садах, розташованих на ділянках після розкорчування старих. Ґрунтовоїма, яка при цьому проявлялася, значною мірою знижувалася за внесення мінеральних добрив, особливо подвійних норм азотних ($N_{120}P_{60}K_{60}$), які стимулювали ріст дерев і сприяли підвищенню їх

продуктивності. Подібний вплив спостерігався і в дослідженнях К. Styła, А. Sawicka [246], проведених в Польщі. Дослідники встановили, що в насадженні яблуні, вирощуваному повторно на місці розкорчованого саду, внесення азоту в нормі 65 і 95 кг/га сприяло інтенсифікації мікробіологічних процесів у ґрунті порівняно з контрольним варіантом (без удобрення) та з унесенням меншої кількості азоту.

Іншої думки стосовно впливу мінеральних добрив на послаблення ґрунтовтоми дотримуються Е.Н. Седов зі співавторами [247]. У проведених ними дослідженнях внесення високих доз мінеральних добрив на площі після вирощування старого саду не послаблювало негативного впливу ґрунтовтоми, яка викликана виділенням токсинів при розкладанні прижиттєвого опаду і рослинних решток та коріння після розкорчовування.

Негативний вплив ґрунтовтоми може також проявлятися на молодих деревах завдяки того, що при передсадивній плантажній оранці верхній шар ґрунту, який насичений біотоксичними речовинами ще у старому саду перевертається в глибші шари, де в ньому розростається коренева система посаджених молодих дерев на сіянцевій підщепі. А на глибині 40-60 см, при послабленні аерації, ці речовини нейтралізуються ґрунтовою мікрофлорою повільно й упродовж перших декількох років після садіння пригнічуються молоді плодіві рослини [50, 248]. Подібне явище спостерігалось також в Америці в старих садах, які інтенсивно оприскувалися фунгіцидами з вмістом важких металів. За таких умов на цьому ґрунті рослинність росла нерівномірно [249].

За даними багатьох досліджень [183, 248, 250] для нейтралізації шкідливих хімічних речовин у ґрунті першочергове значення має збагачення його свіжою органічною речовиною і підвищення біологічної активності ґрунтового середовища. Ґрунтовтома проявляється у меншій мірі тоді, коли ґрунт краще забезпечений органічною речовиною.

Існує думка Х. Класа [251], що виснажені ґрунти не можуть бути причиною «втомлення», оскільки ослаблення росту при монокультурі плодівих спостерігається не тільки на бідних, а й на ґрунтах достатньо забезпечених

елементами живлення.

Одним зі способів боротьби з ґрунтовтомою є застосування хімічної дезінфекції ґрунту. Метод є досить ефективним, але з точки зору екології заборонений в деяких країнах Європи. Тому проводяться дослідження альтернативних методів хімічної дезінфекції ґрунту, які сприяли б кращому росту дерев висаджених повторно на місцях, де вже вирощувалися дерева. У дослідженнях, проведених в Німеччині, ріст дерев залежав від різних методів обробки ґрунту. Дерев, де проводилася хімічна фумігація, в перші роки після садіння відрізнялися найкращим ростом порівняно з тими, що були висаджені на ділянках, де вирощували чорнобривці, вносили органічні добрива (компост) і утримували ґрунт під чистим паром без фумігації. Хоча у варіанті, де проводили висів чорнобривців з додатковим внесенням у ґрунт органічних добрив, з вкриванням чорною плівкою, ріст дерев у перші роки був слабшим, а в наступні сильніші порівняно з іншими варіантами. Найслабший ріст дерев спостерігали на ділянках варіанта, де ґрунт утримували під чистим паром [252].

Henk Meints з Нідерландів [253] розробив новий підхід до дезінфекції ґрунту. Цей спосіб базується на використанні органічного Хербі (Herbie) продукту, що складається з попередньо закомпостованих рослин.

У США запропонували заробляти у ґрунт борошно гірчиці. Фумігація ґрунту борошном гірчиці сурепської (*Brassica juncea*) у суміші з гірчицею польовою (*Brassica sinapis*) забезпечила кращі результати, ніж за вирощування з внесенням у ґрунт дихлорпропену і хлорпропіну. У дослідженнях з сортом яблуні Джонаголд, які проводилися упродовж двох років, у ґрунт вносили гірчичне борошно для боротьби із нематодами *Pratylenchus penetrans*, наявність яких свідчить про рівень ґрунтовтоми. Цей захід забезпечив зниження їх кількості, а також відновивлення корисної мікрофлори [218, 219].

Найбільший ефект у боротьбі з ґрунтовтомою та хворобами фітофтори і кореневої гнилі був досягнутий за поєднаного внесення гірчичного борошна з фунгіцидом Ридоміл (Ridomil) [254].

Одним зі способів боротьби з ґрунтовтомою є заміна «втомленого» ґрунту в

зоні ряду на «свіжий». Розроблений цей спосіб в Італії й виконується спеціальною машиною, якою проводять заміну ґрунту в ряду не пошкоджуючи стовпи шпалери [255].

Обробка коріння дерев персика мікоризою (AMF), при вирощуванні їх на «втомленому» ґруні, сприяла значному підвищенню концентрації кореневої сахарози і фруктози, збільшенню активності в коренях каталази, пероксидази та поліфенолоксидази, що послаблювало згубну дію ґрунтовтоми на молоді дерева [256]. Подібний ефект було отримано також в інших дослідженнях з мікоризою проведених з різними плодовими і ягідними культурами [257–261].

Дослідженнями J. Henfrey, G. Vaab [262] встановлено, що ґрунтовтома не однаково впливає на ріст і розвиток плодових дерев різних сортів і підщеп, які по різному реагують на проблему реплантації. Так, дерева сорту Джонаголд страждають набагато менше, ніж Бребурн. У дослідному саду саджанці сорту Бребурн були посаджені у свіжий ґрунт а також у ґрунт, де вже вирощувалися старі дерева. Рослини на свіжому ґрунті були у три рази вищими за ті, які повторно вирощувалися. Це стосується і реакції підщеп. Дерева на підщепі ПБ.9 у свіжому ґрунті росли слабше, ніж на М.9, тоді, як у повторній культурі сильнішим ростом характеризувалися дерева на ПБ.9, ніж на М.9.

Негативну дію ґрунтовтоми зменшують застосуванням добрив і спеціальних препаратів. У дослідях бельгійської станції садівництва змішування ґрунту з різними дозами аміачної селітри покращило показники росту дерев яблуні сорту Джонаголд за дворазового її внесення по 20 кг/га. В іншому досліді з цим сортом внесення в ґрунт препарату Vivisol сприяло збільшенню приросту обхвату штамбу на 23 %, порівняно з деревами на ділянці без такої обробки. Для подолання негативних явищ ґрунтовтоми і покращення якісних показників ґрунту його рекомендовано вносити по 25 кг/100 м² [263].

Також, ознаками ґрунтовтоми є наявність у ґрунті нематод, які пошкоджують коріння молодих дерев та взаємодіють з різними шкочинними грибами які згубно впливають на ріст і розвиток молодих дерев [264–268]. Нематоди на площі розкорчованого саду ефективно знищують посівом чорнобривців (*African*

marigold) чи зароблянням у ґрунт зеленої маси капустяних рослин [269, 270].

Алелопатична ґрунтовтома притаманна перш за все одновидовим штучним фітоценозам тривалої експлуатації. Як відомо, у замкнених штучних екосистемах (насамперед за оранжерейних умов) вплив алелопатичного фактора на функціонування останньої посилюється внаслідок акумуляції рослинних екзометаболітів і продуктів деструкції в обмеженому просторі [271]. При цьому вагомою ланкою, що визначає характер «хвороби» ґрунту, є ґрунтова мікробіота. Адже ризосфера – зона активної комунікації рослин і мікроорганізмів, яка відбувається за допомогою обміну метаболітами [272, 273]. Фізіологічно активні речовини (фенольні сполуки, гормони, амінокислоти, вуглеводи та ін.), що накопичуються у ризосфері рослин, впливають, у свою чергу, на розвиток і функціональну активність ґрунтових мікроорганізмів [274–276].

Фенольні речовини вважають одним із найважливіших класів алелохімікатів завдяки їхній надзвичайній розповсюдженості та широкому спектру дії, що охоплює як фізіолого-біохімічні процеси рослин, так і функціонування певних груп мікроорганізмів [277–280].

Проблеми ґрунтовтоми (алелопатії) відчутно проявляються також і в рослинництві. Зокрема недооцінка алелопатичного взаємовпливу культурних рослин і бурянів, та роль попередників у накопиченні фітотоксичних речовин обмежують підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [281–286].

Отже, вивчення питання ґрунтовтоми за вирощування культурних рослин є досить актуальним, особливо в садівництві. Немає єдиної думки стосовно впливу на наступні насадження попередньо розкорчованих, особливо за довготривалого застосування різних систем удобрення.

1.4. Ріст і плодоношення яблуні та груші залежно від показників родючості ґрунту

Важливе значення для росту і розвитку плодкових насаджень є підтримання на належному рівні родючості ґрунту, що забезпечує достатнє мінеральне живлення

дерев упродовж усього періоду життєдіяльності. За багаторічного вирощування плодового насадження відбуваються суттєві зміни родючості ґрунту в зв'язку з особливостями ґрунтоутворних процесів під його покривом, і досить інтенсивним застосуванням агрохімічних засобів для захисту від шкідливих організмів, а також значним одностороннім використанням поживних речовин деревами. В таких умовах постає завдання оптимізації основних властивостей головним чином поживного режиму ґрунту завдяки відповідного удобрення тими поживними речовинами, яких не вистачає в найбільшій мірі.

Застосування добрив є потужним заходом, який дозволяє регулювати продуктивність плодкових культур. Але надмірне внесення добрив зумовлює погіршення якості плодів, сприяє надмірному росту дерев і зумовлює забруднення навколишнього природного середовища. Отримання екологічно чистої продукції в інтенсивних садах з високою врожайністю забезпечується регулюванням внесення мінеральних добрив, на основі ґрунтової діагностики, і застосування біологічних препаратів захисту рослин [287–291].

При внесенні у ґрунт високих доз азотних добрив деревами використовується лише 15–25 % азоту всі лишні його сполуки вимиваються у більш глибокі шари ґрунту та підґрунтові води, що в подальшому призводить до забруднення навколишнього середовища. Для мінімізації непродуктивних втрат і негативного впливу азотні добрива потрібно вносити щорічно невеликими нормами в певні фази росту і розвитку плодкових рослин [292, 293].

У дослідженнях проведених в Польщі [294, 295] встановлено, що за належної передсадивної підготовки ґрунту послідує внесення азоту в насадження яблуні суттєво не вплинуло на підвищення врожайності насадження. Також, застосування гербіцидного пару в саду сприяло збільшенню вмісту доступних сполук для живлення рослин азотом ґрунті упродовж вегетації. За таких умов вплив додаткового удобрення азотом не впливав суттєво на ріст дерев порівняно з варіантом, де не вносили добрива.

Для науково обґрунтованої розробки систем удобрення насаджень яблуні і груші можна використовувати діагностичні дані, що характерні для певних

грунтового-кліматичних умов вирощування, вікових періодів дерев, технологій їх вирощування та генетичних особливостей порід і сортів. Вони ґрунтуються на зміні агрохімічних властивостей ґрунтів та реакції плодових культур на ці зміни стосовно кожного окремо взятого типу ґрунту та сорто-підщепного комбінування. Завдяки цьому забезпечується екологічний та економічний підходи до розробки раціональної системи удобрення на основі оптимізації родючості ґрунту. За таких умов підвищується врожайності, покращуються якісні показники плодів і також знижується забруднення навколишнього середовища, що досягається завдяки застосування раціональної системи удобрення та сприяє рентабельності садівничої галузі [296–301].

Для рослини характерні два види живлення – кореневе та позакореневе. Перше забезпечує її поживними речовинами, та водою використовуючи природні запаси ґрунту і макро- та мікроелементи, які вносяться з добривами. Позакореневе підживлення забезпечує поглинання листками і засвоєння рослиною в цілому таких поживних речовин, які в недостатній мірі проникають у неї через кореневу систему. При цьому їх водні розчини проходять крізь продири в кутикулі. Проникність речовин залежить від концентрації розчину, фази росту й розвитку рослини, площі листкової пластинки, кліматичних умов, часу проведення підживлення, форми поживного елемента тощо. Позакореневе підживлення в певних умовах і в конкретні фази розвитку рослин є єдиним засобом усунення дефіциту того чи іншого хімічного елемента і дозволяє ефективно подати невеликі кількості добрив до рослини. Крім того, воно сприяє чіткішій диференціації живлення на різних стадіях розвитку плодових дерев [302, 303].

Позитивний вплив цього способу полягає також у підвищенні активності процесів реутилізації елементів живлення в органах рослин. Тому в умовах інтенсивного саду, особливо на клонових підщепах, підвищується важливість розрахунку оптимальних норм та визначення строків і способів внесення мінеральних добрив. При цьому враховується те, що різні сорти неоднаково реагують на удобрення. Як свідчить світова практика, для кожного сорту розробляється своя система підживлення, що враховує його біологію, агрохімічні,

фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту [304, 305].

Плодові дерева для свого росту і плодоношення використовують значно менше елементів живлення порівняно з польовими і овочевими культурами [306, 307]. За оптимальної врожайності цукрового буряка та озимої пшениці винос макроелементів з ґрунту склав, відповідно, N – 281 і 180, P – 36 і 26 й K – 356 і 163 кг/га [308]. Винос 9–12 річними яблунями сорту Кокс Оранж на підщепі М.7, за врожайності 28,8 т/га, склав N - 33, P - 5 і K - 51 кг/га [309]. Інтенсивніші яблуневі сади з високою щільністю дерев на гектарі, залежно від сорту, щорічно виносять 25–60 кг/га азоту (з врожаєм, опалим листям та обрізкою) [310]. Подібні дані отримані також у дослідженнях Р. Войсік [311], де винос елементів живлення деревами сорту Делішес при врожайності 44,8 т/га склав N – 39,2, P – 10,5 і K – 70,9 кг/га.

Деякі інші дані стосовно кількості виносу основних макроелементів отримано у дослідженнях проведених у Великобританії [312], де у 14-річному яблуневому саду сорту Голден Делішес зі щільністю розміщення 500 дерев/га при врожайності 90 т/га винос елементів живлення складав: 120 кг N, 46 кг P₂O₅ та 241 кг K₂O; та в умовах Італії [313], де для отримання врожайності яблуні на рівні 35 т/га витрачалося 80 кг N, 57 кг P₂O₅ та 120 кг K₂O.

При вирощуванні органічної продукції, яка набуває останнім часом значної популярності, потрібно відповідально підійти до розробки системи удобрення. Для досягнення екологічно обґрунтованої системи удобрення інтенсивних насаджень за основу може бути використаний щорічний винос поживних речовин з яблуневих садів [314–315]. Розраховано, що максимальна величина N для яблуні менша 50 кг/га, навіть у врожайні роки [316]. В.Г. Минеев [317] вказує, що для утворення однієї тонни плодів яблук потрібно N – 1,09, P₂O₅– 0,29 і K₂O – 1,16 кг, для груш - N – 1,53, P₂O₅– 0,37 і K₂O – 1,72.

Німецькими науковцями було встановлено, що в інтенсивних насадженнях зі збільшенням врожайності зменшується споживання азоту (за урожайності 20 т/га загальний винос становив 104 кг/га; 80 т/га – 56 кг/га). Менше споживання азоту при більшій урожайності пояснюється тим, що високий урожай плодів спричиняє

послаблення ростових процесів, адже головним споживачем цього елемента є деревина [318]. За оптимізованого удобрення забезпечується достатнє живлення плодкових рослин мінеральними елементами та позитивний вплив на весь садовий агрофітоценоз і підвищується економічна ефективність вирощування плодової продукції за раціонального використання добрив [1, 319–321]. Але слід мати на увазі, що застосування мінеральних добрив повинно здійснюватися на балансовій основі, щоб зберегти рівновагу елементів живлення в агроценозах. Це забезпечує відновлення родючості ґрунту, екологічну стійкість агроєкосистеми та підвищення продуктивності насаджень [1, 322]. Яковенком Р.В., Копитком П.Г. [323, 324] встановлено, що найвищу врожайність дослідних сортів груші Конференції й Основ'янської забезпечує удобрення розраховуваними нормами азотного і калійного удобрення (фон) з додатковим внесенням до фону по 30 кг/га азоту та калію, де врожайність плодів більша, відповідно, на 31,4–45,1 % порівняно з неудобрюваними деревами, і на 3,5–11,8 % – з виробничим контролем за щорічного внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$. Урожайність молодого насадження груші сорту Золоторітська на підщепі айві А в період росту і плодоношення підвищується до 12 % за оптимізації кореневого живлення внесенням у ґрунт розраховуваних норм азоту за показниками його нітрифікаційної здатності.

1.5. Урожайність і якість плодів яблуні та груші за ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення

На ринку свіжої продукції найпопулярнішими є сорти, для плодів яких характерні відмінний смак, хороша форма та яскраво-червоне покривне забарвлення по всій поверхні або лише основне зелене чи жовте. Перевагу віддають плодам масою 150–200 г. Смак яблук у свіжому та переробленому вигляді визначається їх хімічним складом, що є досить стійкою сортовою ознакою. Продуктивність сорту можна істотно модифікувати вибором підщепи, внесенням добрив тощо [325–329].

Плоди груші, поряд з яблуком, також мають велику харчову цінність і

характеризуються високою врожайністю насаджень. Вони відносяться до десертної продукції. Багатство смаку доповнюється загально визнаною харчовою та лікувально-профілактичною цінністю. Плоди груші містять цукри, дубильні речовини, органічні кислоти, ферменти, клітковину, азотні і пектинові речовини, ряд вітамінів (С, В1, Р, РР), а також флавоноїди. У них є сорбіт і особливо цінні біологічно активні речовини - арбутин і хлорогенна кислота, тому вони рекомендуються для лікування цукрового діабету та хвороб нирок [330–333].

У плодах груші містяться корисні речовини, які гармонійно поєднуються. Цим плодам притаманні чудові смакові якості, і тому значення цієї плодової культури досить велике. Тому актуальним завданням є збільшення виробництва плодів груші, а найбільш доступним способом цілеспрямованого керування ростом і плодоношенням садових рослин з метою отримання високого врожаю залишається удобрення [334–338].

Питання застосування добрив вивчалися і практично випробовувалися здебільшого в насадженнях основної садової культури – яблуні. Живлення та удобрення яблуні і груші розглядають одночасно, хоча між ними в цьому плані є деякі відмінності [1].

Розглядаючи культуру груші можна відмітити, що у порівнянні з яблунею вона потребує певні особливості при технології вирощування, що пов'язано з вимогами до кліматичних умов. Її дерева менш стійкі до морозів, ніж яблуні, а також квіти частіше пошкоджуються морозами через більш раннє цвітіння. Груша вимогливіша до ґрунтових умов та мінерального живлення [339, 340]. Для її нормального розвитку потрібно більше калійного живлення від якого залежить якість генеративних бруньок, розміри плодів, їх колір та смак [341]. Калій відіграє важливу роль у мінеральному живленні плодкових культур, оскільки впливає на водний режим, активізацію ферментів та стійкість до стресу [342–344].

У дослідженнях Katarzyna Zygmuntowska, Ewa Jadczyk-Tobjasz [345] з внесенням різних норм калійних добрив у молодих насадженнях груші встановлено, що норми калію не впливали на розмір дерев але сприяли збільшенню маси плоду та підвищенню врожайності. Щорічне внесення 200 кг

K₂O/га було найефективнішим.

Н.Н. Сергеевой [346] встановлено, що в умовах Краснодарського краю на базі стаціонарного дослідження в незрошуваному насадженні яблуні на слаборослій підщепі оптимізоване удобрення сприяло додатковій 13,8 % (2,1 т/га) врожайності сорту Голден Делішес порівняно з контролем (без добрив).

У дослідженнях О.Ю. Бородая і Н.О. Петренко [347] з різними варіантами повного мінерального удобрення в насаженні яблуні на середньорослій підщепі ММ106 встановлено, що ростові процеси дослідних дерев сортів Айдаред, Голден Делішес, Джонаголд у першу чергу залежали від сортових особливостей а потім від мінерального живлення. Прибавка врожаю від удобрення в середньому по сортам за дев'ять років склала 0,02-5,1 т/га.

Дослідженнями Середи І.І. [348] у тривалих дослідженнях в насадженні яблуні встановлено, що десятирічне застосування мінеральних (N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀) і органічних (20 т/га) добрив на слабокислому дерново-підзолистому піщаному ґрунті забезпечує приріст товщини штамбу дерев, урожаю та виходу високоякісної продукції.

Позитивний ефект від внесення мінеральних і органічних добрив на ріст, плодоношення та якість врожаю насаджень яблуні підтверджено дослідженнями, проведеними в різних ґрунтово-кліматичних умовах [349–351].

У Великій Британії дослідженнями проведеними в насадженнях яблуні на середньорослій підщепі було встановлено, що підвищення норм азоту з 63 до 189 кг/га сприяло збільшенню врожайності, але в деякі роки спостерігалось також і зниження врожаю [352].

Дослідженнями з вивчення різних варіантів азотного удобрення, проведених в Бразилії, в насадженнях яблуні на карликовій підщепі встановлено, що не обов'язковим є застосування азоту на ґрунтах з високим вмістом органічної речовини для забезпечити відмінної якості плодів. Ймовірно, тому, що азоту необхідного для росту дерев та виробництва плодів достатньо від мінералізації органічної речовини [353].

Подібний вплив встановив також Д. Врона [354] в дослідженнях проведених

у Варшавському аграрному університеті. У досліді з вивчення різних норм та способів осіннього внесення азотного добрива в насаджені яблуні на різних типах підщепи було встановлено, що азотні добрива не мали значного впливу на урожай і якість плодів тоді, як тип підщепи істотно впливав на ці показники. На думку автора азот краще вносити весною коли потреба в ньому найбільша, а його вивільнення з органічної речовини в процесі мінералізації незначне.

Сучасне плодівництво передбачає швидке нарощування врожайності дерев із відповідними якісними показниками. За таких умов ефективним заходом оперативного регулювання мінерального живлення плодкових культур є позакореневі підживлення макро- і мікроелементами. Позакореневе підживлення позитивно позначається на інтенсивності цвітіння, закладанні генеративних бруньок, сприяє збільшенню зав'язуваності та врожайності плодів. При позакореновому підживленні речовини потрапляють в ту частину рослини, в якій, як правило, найбільш інтенсивно відбуваються процеси життєдіяльності, і саме там найчастіше виявляється нестача елементів живлення. При цьому слід зазначити, що позакореневе підживлення найбільш ефективно в поєднанні з основним ґрунтовим удобренням [355–361].

Система удобрення плодоносних насаджень яблуні на клоновій підщепі ММ 106 з внесенням мінерального добрива в ґрунт ($N_{60}P_{60}K_{60}$) та позакоренового підживлення азотом (в формі карбаміду) забезпечувала сумарну врожайність 21,4–33,8 т/га, що більше від урожаю в контрольному варіанті (без удобрення) на 6,5–14,7 т/га [362]

Удобрення плодоносних насаджень яблуні сорту Радогость на клоновій підщепі 54-118 з внесенням різних доз азотних добрив у ґрунт на фоні фосфорно-калійних забезпечило прибавку врожаю 0,5–6,3 т/га порівняно з контролем. Позакореневе підживлення також позитивно вплинуло на врожайність і сприяло підвищенню її на 0,5–3,8 т/га порівняно з контрольним (без удобрення) варіантом [363, 364].

Дослідженнями Д.О. Кисельова, І.В. Гриник [365] встановлено, що вагоме збільшення розміру плодів яблуні відбувалось за позакоренової обробки дерев

сорту Флоріна препаратом Терасорб Комплекс. Прибавка врожайності становила від 0,57 до 10,88 кг/дерево порівняно із контролем (обробка водою). Застосування препарату сприяло також поліпшенню біохімічного складу плодів яблуні.

У дослідженнях, проведених в Мічурінському ДАУ [366], позакореневе підживлення дерев яблуні макро і мікроелементами сприяло підвищенню врожайності досліджуваних сортів Жигулівське, Уелсі, Орлик, Синап Орловський вирощуваних на різних типах підщепи (насінна і вегетативна) за внесення Акварину на 6-9 і сумісно Акварину з борною кислотою на 12-20 %. Слід зазначити, що дерева на карликовій підщепі в меншій мірі реагували на позакореневі підживлення. Відбулося також збільшення середньої маси плодів всіх дослідних сортів на 9–22 %.

Позакореневі підживлення мікроелементами в поєднанні з біостимуляторами (В + Са + Мегафол) забезпечували збільшення кількості зав'язей і плодів на деревах яблуні сорта Жигулівське. Це поєднання також сприяло зниженню періодичності плодоношення, особливо в роки зі слабким цвітінням (при низькому рівні закладання плодових бруньок у попередньому році, а також при складних погодних умовах упродовж зимового або весняного періодів) [367].

У дослідженнях з вивчення впливу позакореневого внесення бору і хлористого кальцію на ріст та розвиток насаджень яблуні сортів Антей і Зоря Алатау, проведених у досліді Інституту плодівництва НАН Білорусі, встановлено, що триразова обробка дерев бором і одноразова бором та дворазова кальцієм хлористим сприяли покращенню ростових показників на другий після позакореневої обробки. Урожайність у цих варіантах досліді була вища, ніж на контролі (без підживлення) [368].

Мікроелементи порівняно з макроелементами використовуються плодовою культурою у меншій кількості, але застосування їх у певні фази росту і розвитку дерев має значимість, що в подальшому впливає на продуктивність насаджень [369-373]. Особливого значення в сучасних умовах набувають такі елементи як бор, цинк, молібден, мідь, марганець, залізо, сірка, які входять до складу найважливіших фізіологічно активних речовин плодової культури [1, 32, 374–378].

Забезпечення дерев мікроелементами дуже важливе завдання, навіть в умовах достатнього їх вмісту в ґрунті тому, що транспортуванню з нього цих елементів у листя та плоді утворення в період критичної потреби ускладнюється [379–382]. Зокрема потреба в борі різко зростає в період цвітіння. Він в цей час бере участь в проростанні пилку та у формуванні плодів [383]. У цей період потреба в ньому дуже значна, що навіть при достатньому його вмісті в ґрунті, може проявитися його дефіцит в надземних органах, хоча бор може накопичуватися в коренях рослин [384–386]. Поряд з бором велике значення для утворення високоякісного майбутнього врожаю має кальцій. Важливу функцію він виконує при стабілізації пектинів у клітинних стінках і регулюванні їхньої проникності [387, 388]. Кількість відомих процесів, в яких цей іон бере участь, дуже велика і включає практично всі аспекти розвитку рослин [389–392]. Кальцій важливий також для забезпечення хорошої лежкості плодів: при його нестачі часто відзначаються фізіологічні розлади [393]. Юстус Лібіх [394], ще в ХІХ столітті сформулював закон мінімуму, згідно з яким максимально впливає на життєдіяльність рослин той елемент, який знаходиться в кількісному мінімумі. Тому, важливо забезпечити збалансоване живлення рослин упродовж усього вегетаційного періоду. Позитивна роль бору і кальцію в позакоренових обробках яблуні підтверджується рядом дослідників [395–398] в яких істотно збільшувалася кількість плодів після обробок бором і кальцієм.

Важливим при позакореновому підживленні мікродобривами є використання мікроелементів у хелатній (біологічно активній) формі [399]. Дослідженнями В. І. Ямкового [400] встановлено, що застосування позакоренево добрива «РОСТОК» сприяло збільшенню врожайності дослідних дерев яблуні та покращенню якості плодів.

Д. Вікторов і Д. Молісова [401] дослідили, що при позакореновому підживленні яблуні у кінці цвітіння та через 10 днів після першого обприскування розчином 0,5 г сірчанокиислого цинку та 20 г калійної солі на 1 л води сприяло підвищенню врожайності сорту Папіровка на 32 %, а сорту Пепін шафраний на 36 % [425].

Д. Н. Грозов та А. С. Чекан [402] повідомляють, що при позакореневому внесенні Zn, Mn і В відмічався інтенсивний приріст однорічних пагонів та зниження обпадання плодів упродовж вегетації. Врожай при цьому збільшився майже у два рази порівняно з контролем без підживлення.

Дослідженнями Н.Н. Сергеевої [403], проведеними в Північно-Кавказькому зональному інституті садівництва і виноградарства встановлено, що позакореневі підживлення спеціальними розчинними добривами в певні фази росту і розвитку дерев яблуні сприяли підвищенню товарності плодів на 15–20 % порівняно з контролем.

Застосування мікроелементів у насадженнях груші сорту Вижниця сприяло більшому на 6–8 % виходу плодів вищого і першого товарних сортів. Також подовжився період зберігання плодів на 6–21 день та покращилися біохімічні показники груші завдяки зменшенню мікробіологічних хвороб і фізіологічних розладів [404].

Дослідженнями [405] встановлено, що на фоні оптимального вмісту NPK в ґрунті, найбільш істотну прибавку врожаю порівняно з контролем отримано у варіанті застосуванням триразового обприскування 0,3 % розчином бору та суміші мікроелементів. Також при внесенні мікроелементів покращилися показники функціонального стану дерев.

Позитивний вплив внесення мікроелементів на врожайність і якість плодів зерняткових культур також підтверджується дослідженнями в різних ґрунтово-кліматичних умовах багатьох країн [406–410].

У дослідженнях М.А. Рогачова [411, 412] не було встановлено достовірного позитивного впливу позакореневих підживлень борною кислотою і сульфатом цинку на ріст и урожайність яблуні. Обробки розчином, що містив борну кислоту і сульфат цинку, лише позитивно вплинули на збільшення виходу плодів вищого та першого товарних сортів на 8–20 % при значному поліпшенні їх біохімічних властивостей.

Є дані, що погода вегетаційного періоду є одним з найважливіших факторів, який впливає на нагромадження поживних речовин у плодах, на строки їх

достигання, якість і лежкість [413–416]. Оптимальна температура навколишнього середовища (повітря, ґрунту,) та повна забезпеченість вологою сприяють утворенню і нагромадженню цукрів. Зволоження ґрунтів під час формування плодів суттєво впливає на їх розміри, масу, структуру. Умови вегетаційного періоду можуть стати причиною виникнення фізіологічних захворювань плодів під час зберігання. У роки з надмірним зволоженням під час вегетації, недостатньою сумою ефективних температур, а також у зв'язку з затриманням ростових процесів дерев, недостатнім відтоком асимілянтів до плодів, пониженим нагромадженням сухих речовин і цукрів яблука та груші мають гірші смакові якості [417–422].

Дія елементів живлення, зокрема азоту, фосфору, калію, а також мікроелементів на ріст плодів, їхню якість пов'язана зі складними біохімічними процесами, які відбуваються в їхніх тканинах. При недостатній кількості основних мінеральних елементів у ґрунті плоди припиняють ріст, зменшується їх розмір. Надмірна кількість добрив, особливо азоту, призводить до зниження щільності м'якуша та погіршення лежкості [423–430].

З наведеного матеріалу можна зробити висновок, що внесенні добрив у ґрунт і позакоренево, мають позитивний вплив на ріст дерев та загальну продуктивність насаджень яблуні і груші. Дослідження різних строків і норм внесення добрив проводилися у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Тому на даний час залишається актуальною проблема вивчення питань впливу ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення дерев зерняткових культур у кожних конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

1.6. Економічна ефективність удобрення в насадженнях яблуні та груші

Економічна оцінка сучасних фітоценозів плодкових культур можлива на основі даних, отриманих у досліджах, пов'язаних з проблемою підвищення ефективності агротехнічних заходів, окупності капіталовкладень [431–435].

Створення багаторічних плодкових насаджень вимагає великих

капіталовкладень. В умовах формування ринкової економіки основною метою промислового садівництва є отримання прибутку, що досягається шляхом виробництва конкурентноспроможної продукції, за якістю та ціною. Це можна досягнути завдяки інтенсифікації садівництва. Сади інтенсивного типу вступають раніше у плодоношення та дають плоди високої якості. Продуктивність дерев визначається цілим рядом факторів: сортом, конструкцією насадження, віком і агротехнічними умовами вирощування (удобрення, утримання ґрунту, зрошення). Тому, важливого значення набуває економічна та енергетична оцінка, як окремих технологічних процесів у галузі, так і типів насаджень, сортопідщепних комбінувань, помологічних сортів і агротехнічних заходів у садах [176, 325, 436–440].

В умовах посилення міжнародної та внутрішньої конкуренції при виробництві продукції садівництва виникає нагальна необхідність створення дієвого механізму управління ефективністю господарської діяльності в садівничій галузі. Механізм підвищення ефективності виробництва плодів у цілому представляє собою систему взаємопов'язаних форм, заходів і методів управління, організації та стимулювання виробництва, яка спрямована на забезпечення його прибутковості та конкурентоспроможності. Функціонування механізму підвищення ефективності вирощування плодів базується на оцінці, аналізі та прогнозуванні ефективності [441].

За ринкової економіки в садівництві, як і в інших галузях сільського господарства, особлива увага приділяється забезпеченню високої економічної ефективності виробництва, суть якої полягає в отриманні значного ефекту відносно фінансової та енергетичної оцінки витрат матеріально-технічних ресурсів і затрат праці. Ефективність виробництва продукції садівництва виступає як багатофакторна категорія. При цьому залежно від характеру прояву чинників, їх роль істотно змінюється упродовж виробничого процесу. Ефективність економічної діяльності садівничих господарств залежить від структури насаджень, технології вирощування і зберігання плодів, використання інновацій у виробництві, впливу погодних умов, родючості ґрунтів тощо. Її характеризує система натуральних і вартісних показників: урожайність, якість плодів,

собівартість продукції, середня ціна продажу плодів, виручка, прибуток, рентабельність, продуктивність праці. Крім зазначених показників, ефективність господарської діяльності садівничих господарств характеризують: платоспроможність, фінансова стійкість, оборотність капіталу, конкуренто- та кредитоспроможність [441–444].

Основним економічним показником, що характеризує ефективність всього процесу виробництва садівничого господарства, є собівартість продукції, оскільки цей показник відображає рівень організації виробничого процесу, технічний рівень, продуктивність праці та інше [445, 446]. Також розповсюдженим показником при визначенні економічної ефективності виробництва продукції садівництва є рівень рентабельності [447, 448]. Серед багатьох організаційно-економічних факторів, що безпосередньо впливають на рівень економічної ефективності садівництва, важливе місце займають спеціалізація й оптимальна концентрація виробництва [449, 450]. Урожайність плодівих насаджень є найбільш дієвим показником, від якого залежать собівартість продукції садівництва й вихід її на одиницю витраченого робочого часу, а також розмір прибутку й рівень рентабельності виробництва. Основною метою садівничих господарств було і є отримання найвищої врожайності з одиниці площі якісних плодів [451–453].

Зміни в аграрному секторі економіки, посилення конкуренції на вітчизняному й світовому ринках продукції садівництва, зміна ринків збуту продукції в умовах інтеграції сільськогосподарського виробництва України до світового співтовариства зумовлюють запровадження інтенсивних технологій і потребу в пошуку нових факторів підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств, що можливе лише з впровадженням прогресивних технологічних рішень у виробничу діяльність сільськогосподарських товаровиробників. Діяльність садівничих підприємств залежить від його виробничих можливостей, які характеризуються сукупністю наявних ресурсів та здатністю їх залучення з метою досягнення поставлених цілей. За потужної матеріальної бази і фінансового стану підприємство може швидко

реагувати на зміни внутрішнього та зовнішнього ринків, застосовувати передові технології вирощування плодів, їх зберігання та реалізацію [454–457].

Одним із факторів підвищення економічної ефективності інтенсифікації виробництва плодів є застосування добрив [1, 17, 114, 348, 458]. З результатів досліджень і практичного досвіду відомо, що правильне науково обґрунтоване внесення добрив у садах забезпечує підвищення врожайності на 30–50 %. При цьому забезпечується належна економічна ефективність застосування добрив, де насадження високоефективних конструкцій можуть реалізувати свій потенціал високої продуктивності [1, 347, 458, 459].

Економічний ефект основного удобрення та позакореневого підживлення дерев підтверджується також дослідженнями, проведеними із зернятковими культурами в різних ґрунтово-кліматичних зонах [460–470].

Оптимальне удобрення є однією з основних складових інтенсивної технології вирощування плодових насаджень. Воно сприяє активізації фотосинтезу, диференціації плодових бруньок, що в свою чергу забезпечує регулярне отримання високих урожаїв, поліпшення якості плодів [1, 289, 471]. Достатнє мінеральне живлення плодових культур забезпечує позитивний вплив на весь садовий агрофітоценоз і підвищує економічну ефективність вирощування продукції садівництва за раціонального використання добрив [319, 320]. Оптимізоване удобрення також сприяє запровадженню екологічно безпечних технологій в садівництві, завдяки зменшенню внесення добрив і, відповідно, отриманню екологічно чистіших плодів [55, 290, 472].

Загалом аналіз відомостей з літературних джерел не дає можливості стверджувати про абсолютне вивчення питання щодо впливу комплексного удобрення на продуктивність насаджень яблуні і груші різних сортопідщепних комбінувань за повторної культури та на якісні показники, лежкість, хімічний склад плодів і економічну ефективність їх вирощування за зміни фізичних, агрохімічних, біологічних та інших властивостей, що характеризують родючість ґрунту. Тому необхідне подальше вивчення цього питання у дослідках з оптимізованим удобренням в повторно вирощуваних насадженнях яблуні і груші.

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце проведення досліджень

Дослідження з застосуванням оптимізованої системи удобрення для підвищення продуктивності насаджень і забезпечення високої якості плодів яблуні та груші, вирощуваних повторно на темно-сірому опідзоленому важкосуглинковому ґрунті, проводилися в дослідних садах Уманського національного університету садівництва, що знаходиться в сільськогосподарській зоні Лісостеп природно-сільськогосподарській провінції Лісостепова Правобережна Бутсько-Середньо-Дніпровського природно-сільськогосподарського округу Маньківського природничо-сільськогосподарського району [473]. Географічні координати 48°45'00" пн. ш. 30°13'10" сх. д.

2.2. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови досліджень

Ділянки під дослідними плодовими насадженнями розміщені на незначному схилі (до 3°) західної експозиції. Дослідні ділянки представлені темно-сірим опідзоленим ґрунтом. Даний ґрунт за всіма показниками родючості являється одним з кращих на якому можна вирощувати більшість плодових культур, а особливо найбільш поширених – яблуні і груші [1, 16].

Темно-сірі опідзолені ґрунти сформувалися під широколистяними лісами з більшою участю травянистого покриву порівняно з сірими лісовими. Становлять поряд з чорноземами опідзоленими основний фон ґрунтового покриву в зволоженій підзоні Лісостепу. Загальна

Розріз темно-сірого опідзоленого ґрунту в саду [474] характеризується такими ознаками:

НЕ 0-38 см – гумусно-елювіальний, темно-сірого кольору з сивиною від крем'янкової присипки, структура грудкувата та розпилена-дрібно-зерниста,

рівномірно гумусований, в нижній частині помітна щільна підошва з грудкувато призматичною структурою, пронизаний дрібними коренями; перехід поступовий;

НІ (е) 38–55 см – темно-сірого з буруватим відтінком кольору, гумусованість з глибиною зменшується, структура горіхувата. Горизонт пронизаний кротовинами, коренями, частково перемішаний, перехід поступовий;

Ін 55–86 см ілювіальний, слабо гумусований, темно-палевого з коричневим відтінком кольору, структура горіхувата-призматична, злегка помітно колоїди, горизонт пронизаний ходами землерійів, помірно щільний; перехід поступовий.

Рі (h) 86–100 см – порода ілювіювана, темно-палевого кольору, гумусований за рахунок відмерлих окремих коренів, структура стовпчаста, пронизаний ходами землерійів, щільність поступово знижується;

Рк 100 см – материнська порода карбонатний лес темно-палевого кольору, карбонати у вигляді прожилок, міцелію та окремих скупчень, пухкий, дрібнозернистий.

Характерна особливість гранулометричного складу профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту це незначна його диференціація, яка не відповідає морфологічно вираженій. Текстура метаморфізація профілю – характерна особливість опідзолених ґрунтів Лісостепу. Вміст гумусу в профілі 0 - 130 см складає 1,7, а в шарі 0 - 30 см – 2,6 %. Темно-сірі опідзолені ґрунти характеризуються слабоекислою і близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину.

Клімат Уманського району помірно-континентальний з нестійким зволоженням, нерівномірністю атмосферних опадів та температури повітря. Опадів впродовж року випадає в середньому 633 мм, з них 466 мм – за період вегетації (квітень–вересень). Середня багаторічна температура повітря за рік 7,4 °С. Середня за найбільш жаркий місяць липень – 19,0 °С. Середня сума температур за період активної вегетації складає 2810 °С. Вегетаційний період продовжується 205 днів, а період активної вегетації за температури повітря вище 10 °С – 160–165 днів. Залежно від температури та опадів, суттєво змінюється відносна вологість повітря впродовж року. Від середньої багаторічної 78 % вона

підвищується до середньої максимальної (86-89 %) в січні-грудні і зменшується до середньої мінімальної (67-72 %) в травні-серпні.

Зима частіше м'яка. Середня багаторічна температура повітря найхолоднішого місяця січня $-4,2$ °С. Бувають роки, коли температура знижується до $-20\dots-25$ °С, а в окремі дні навіть -37 °С. Характерною особливістю зимового сезону є наявність відлиг, коли температура повітря підвищується до $+8\dots+12$ °С. Стійкий сніговий покрив встановлюється в середньому 14–22 грудня. Танути сніг починає в першій половині березня.

Весняні погодні умови настають з 15–20 березня. Характерною особливістю весни є інтенсивне підвищення температури. В першій декаді квітня спостерігається перехід середньої температури через 5 °С, а вкінці квітня температура повітря переходить через 10 °С. Навесні часто буває повернення холоду і в травні температура нерідко понижується до заморозків. Середня дата останнього заморозку 26 квітня–2 травня, а найпізніша - 21–25 травня. У весняний період в окремі роки спостерігаються суховії (квітень, травень – 6–7 днів і більше). Літні умови починаються з середини травня і продовжуються до середини вересня. В літній сезон спостерігається спочатку тепла, а потім (липень–серпень) в окремі роки жарка погода. Середня температура повітря опівдні в травні і червні досягає $18\dots22$ °С, у липні і серпні $23\dots25$ °С. Максимальні температури в ґрунті можуть підвищуватися до 38 °С. Вологі вітри, що панують літом, приносять значну кількість опадів. Днів з опадами більше $0,1$ мм у травні буває 10–12, а в червні і липні по 12, серпні–вересні по 8–10. Впродовж червня–серпня буває 3–4 дні з опадами більше 5 мм і по 2 дні з опадами більше 10 мм. Характерною особливістю літнього сезону є випадання злив з грозами і градом. В окремі роки літом спостерігаються посушливі періоди (до 40–50 днів) з відсутністю дощу і значним підвищенням температури повітря, що приводить до різкого зменшення запасів вологи в ґрунті, особливо це спостерігається в останні роки в зв'язку з потеплінням клімату. Осіння погода настає з середини другої декади вересня, а похмура і дощова найчастіше буває в кінці жовтня. Впродовж осіннього періоду спостерігається загальне зниження температури повітря і в кінці жовтня

середньодобова температура не перевищує 5°C , що є ознакою закінчення вегетаційного сезону.

Температурні умови в роки проведення досліджень (1990-2016 рр.) значно відрізнялися від середніх багаторічних даних (СБД) (рис. 2.1-2.6). Січень – лютий 2006 року виявилися значно холоднішими (на $-2,3$ і $-1,7^{\circ}\text{C}$ нижче норми). Вегетація 2005 і 2006 рр. та осінь були за температурними параметрами близькими до СБД. У 2007–2008 рр. спостерігалось значне підвищення температури повітря порівняно з багаторічними даними, яке відбувалося починаючи з січня місяця.

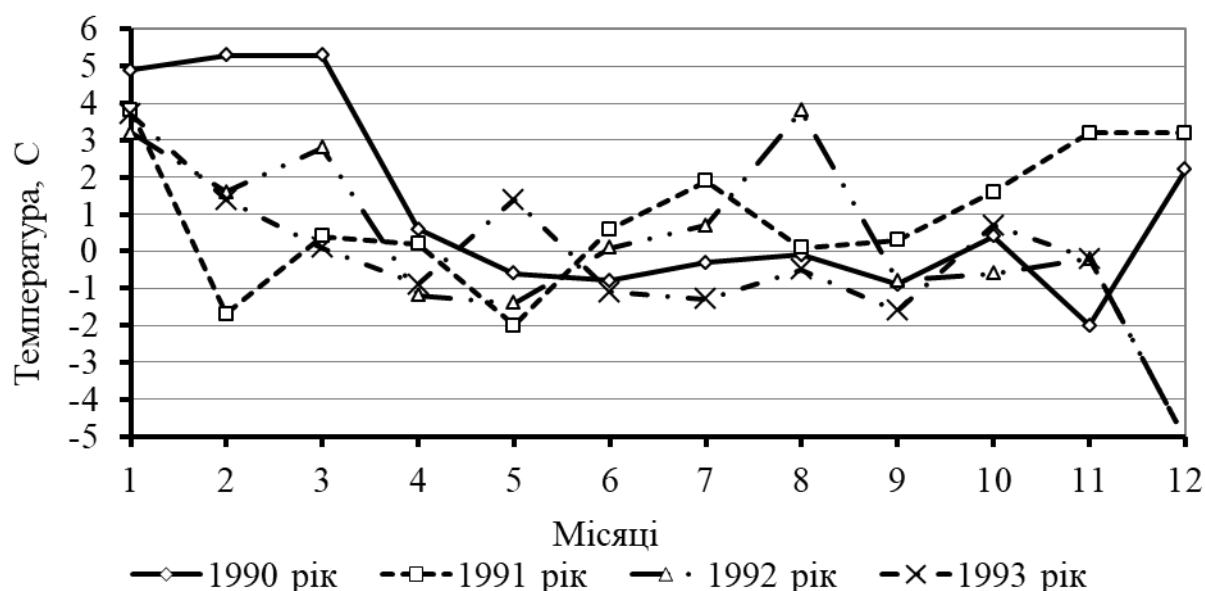


Рис. 2.1 Відхилення середньомісячних температур від СБД за 1990–1993 роки проведення досліджень.

Температурні умови 2011 року були найближчими до СБД. 2012 рік відрізнявся пониженням температури повітря в лютому місяці (на $6,0^{\circ}\text{C}$ нижче норми), а у липні підвищенням (на $4,4^{\circ}\text{C}$ вище норми). У 2012 році погодні умови значно відрізнялись від зональних кліматичних, які характеризуються середніми багаторічними метеорологічними показниками. Після аномально холодної температури в лютому (середньомісячна мінус $10,2^{\circ}\text{C}$ при середній багаторічній мінус $4,2^{\circ}\text{C}$) уже в березні вона значно перевищила середню багаторічну – плюс $2,2^{\circ}\text{C}$ проти мінус

0,4°C і надалі впродовж весняних та літніх місяців значно перевищувала звичайну зональну (у червні і липні була спекотна – 21,3 і 23,4 °C проти 17,6 і 19,0°C).

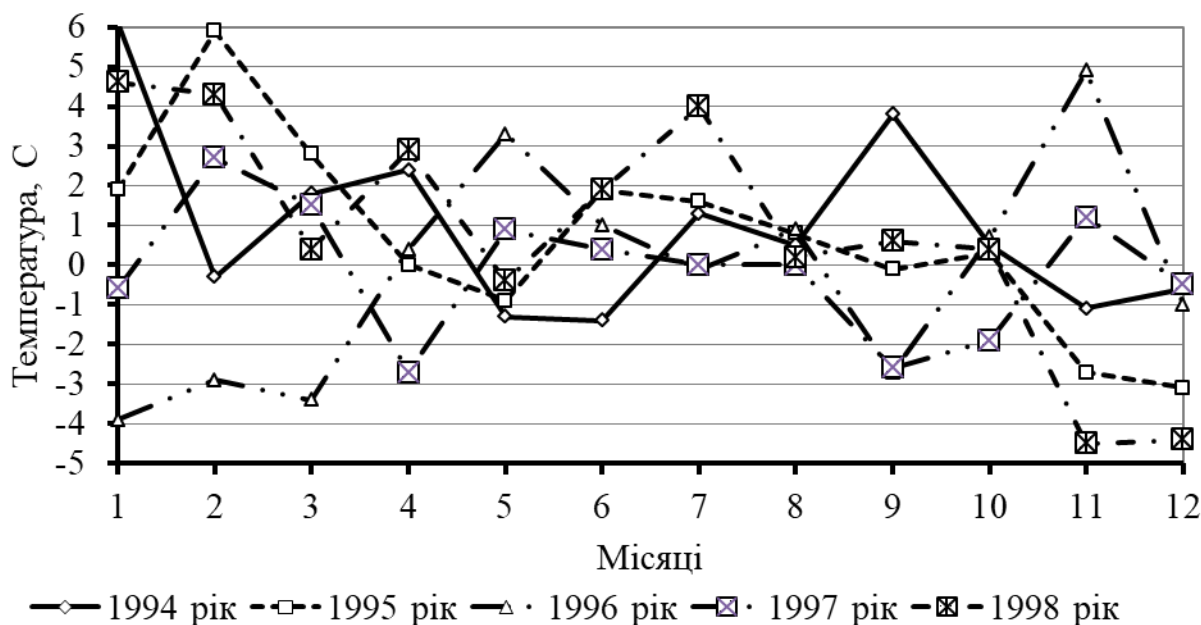


Рис. 2.2 Відхилення середньомісячних температур від СБД за 1994–1998 роки проведення досліджень.

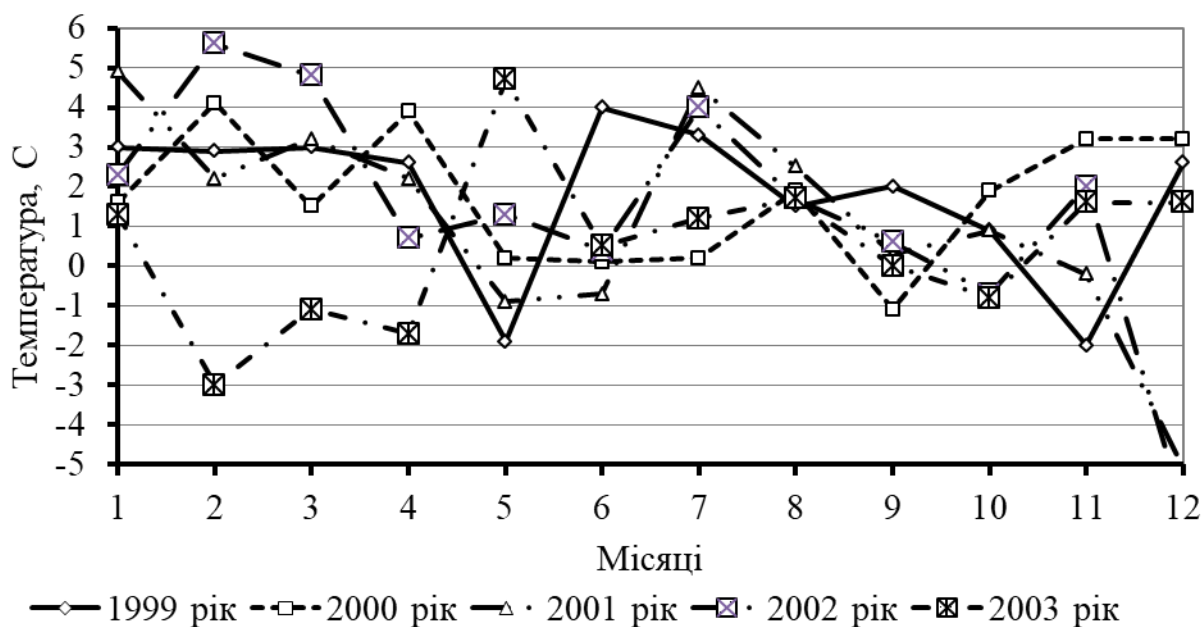


Рис. 2.3 Відхилення середньомісячних температур від СБД за 1999–2003 роки проведення досліджень.

У 2014 році погодні умови значно відрізнялись від зональних кліматичних, які

характеризуються середніми багаторічними метеорологічними показниками. Після прохолодної температури в січні (середньомісячна мінус 3,9°C при середній багаторічній мінус 5,7°C) уже в березні вона перевищила середню багаторічну – плюс 6,6 °C проти 0,4°C і надалі впродовж весняних місяців значно перевищувала звичайну зональну у квітні і травні, відповідно, на 1,2 та 1,5°C. Червень характеризувався температурою повітря на рівні середніх багаторічних даних, а в наступні місяці вона була дещо вищою.

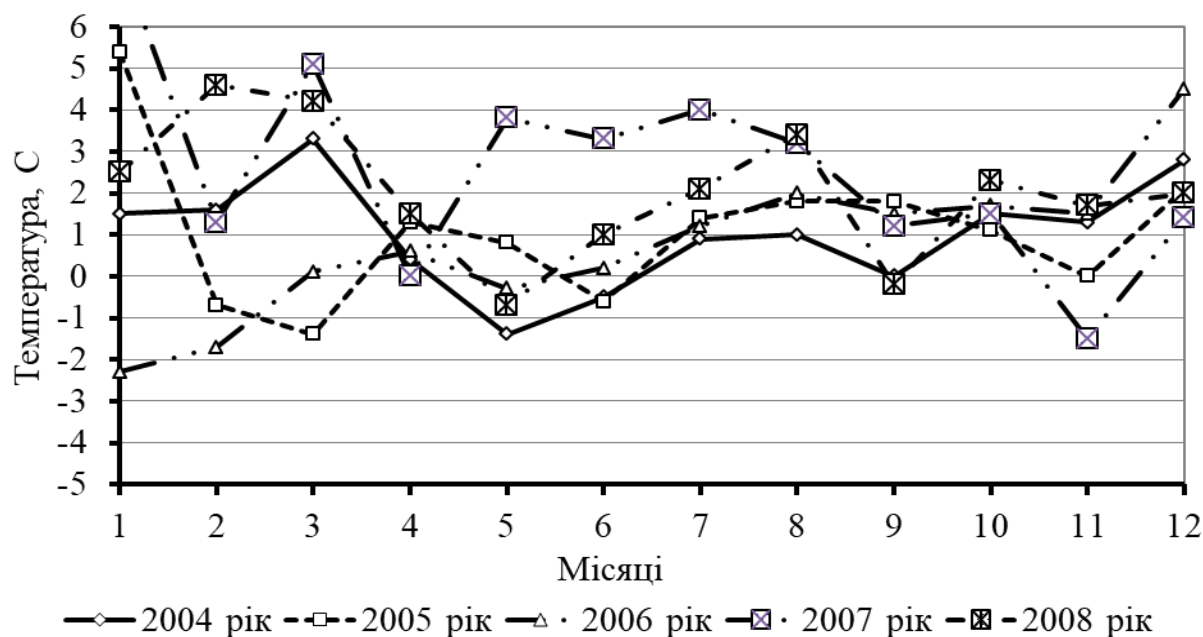


Рис. 2.4 Відхилення середньомісячних температур від СБД за 2004–2008 роки проведення досліджень.

У 2015 році у березні місяці температура повітря суттєво перевищила середню багаторічну – плюс 4,1°C проти 0,4°C і надалі впродовж весняного, літнього та осіннього періодів перевищувала по зростаючій кривій звичайну зональну на 0,2 °C (квітень) ... 4,1°C (вересень). 2019 рік характеризувався підвищенням температури впродовж року. Відчутні зміни порівняно з СБД відмічено у травні-червні місяці (2,4 і 5,8 °C) та листопаді – грудні (3,4 та 4,6 °C).

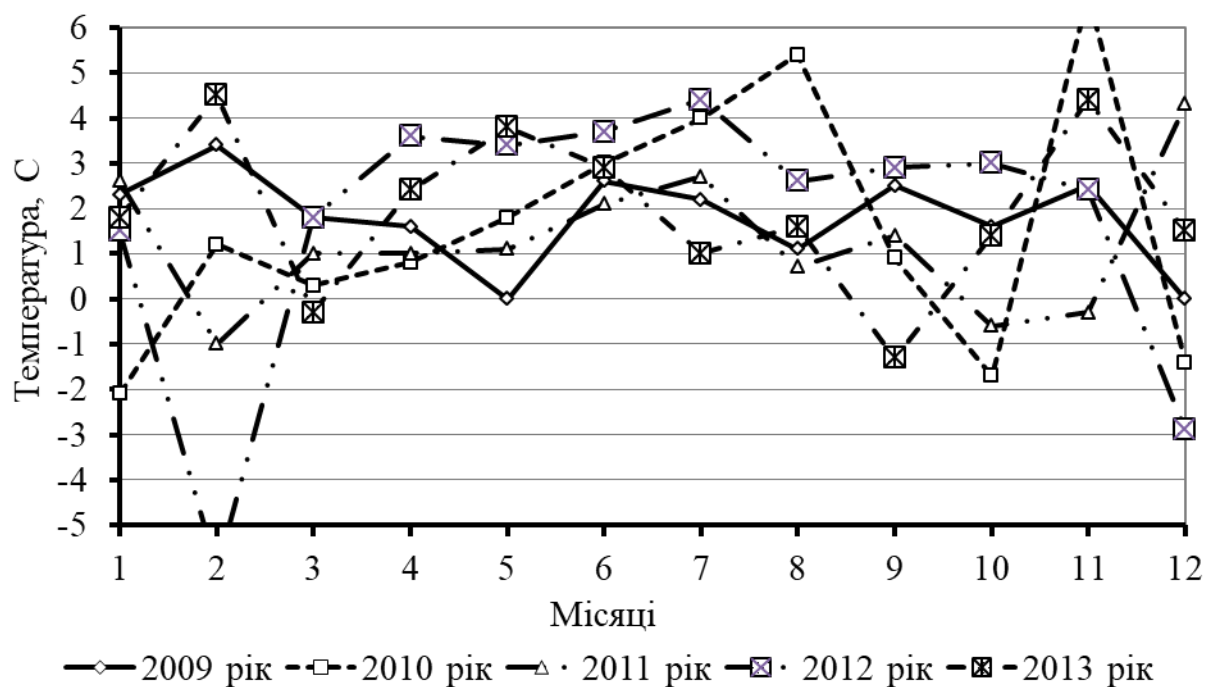


Рис. 2.5 Відхилення середньомісячних температур від СБД за 2009–2013 роки проведення досліджень.

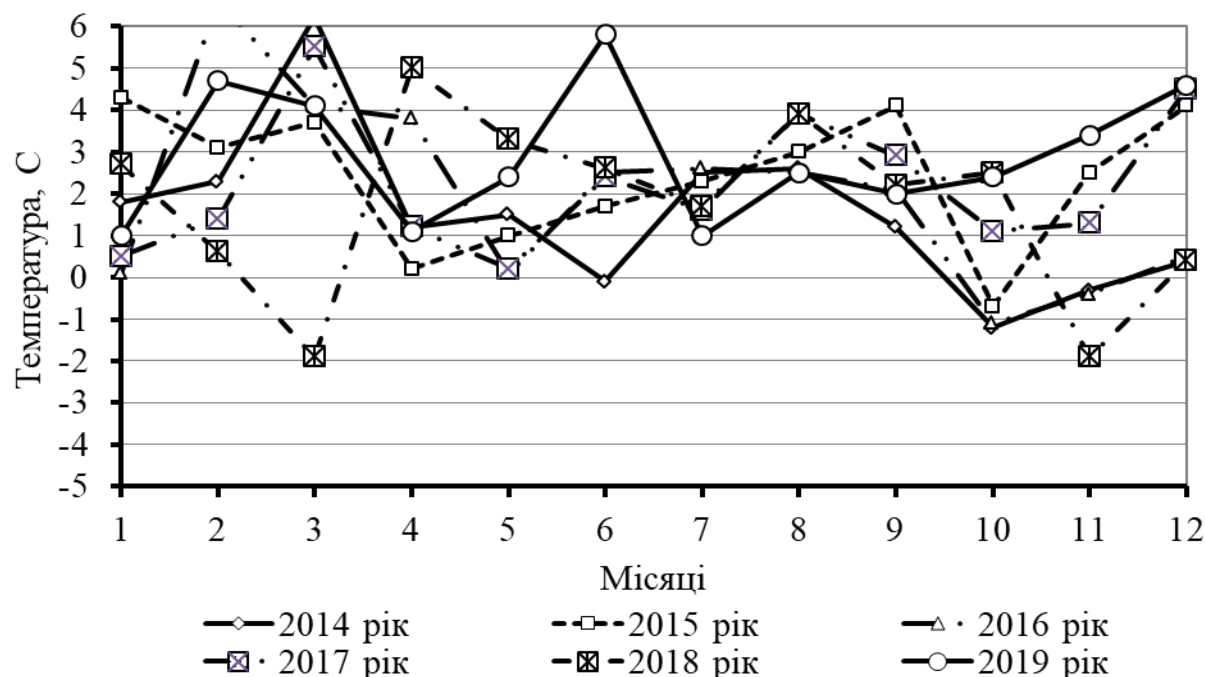


Рис. 2.6 Відхилення середньомісячних температур від СБД за 2014–2019 роки проведення досліджень.

Кількість опадів. Період вегетації 1990–1993 років характеризувався складними умовами вологості (рис. 2.7). Так, найбільше збільшення кількості опадів зафіксоване в квітні 1990 (випало 112,5 мм опадів) та липні 1992 року

(169,3 мм. дощу). Погода в липні місяці 1992 і в жовтні 1993 року була аномально суха, коли випало, відповідно, 12,4 і 3,4 мм опадів.

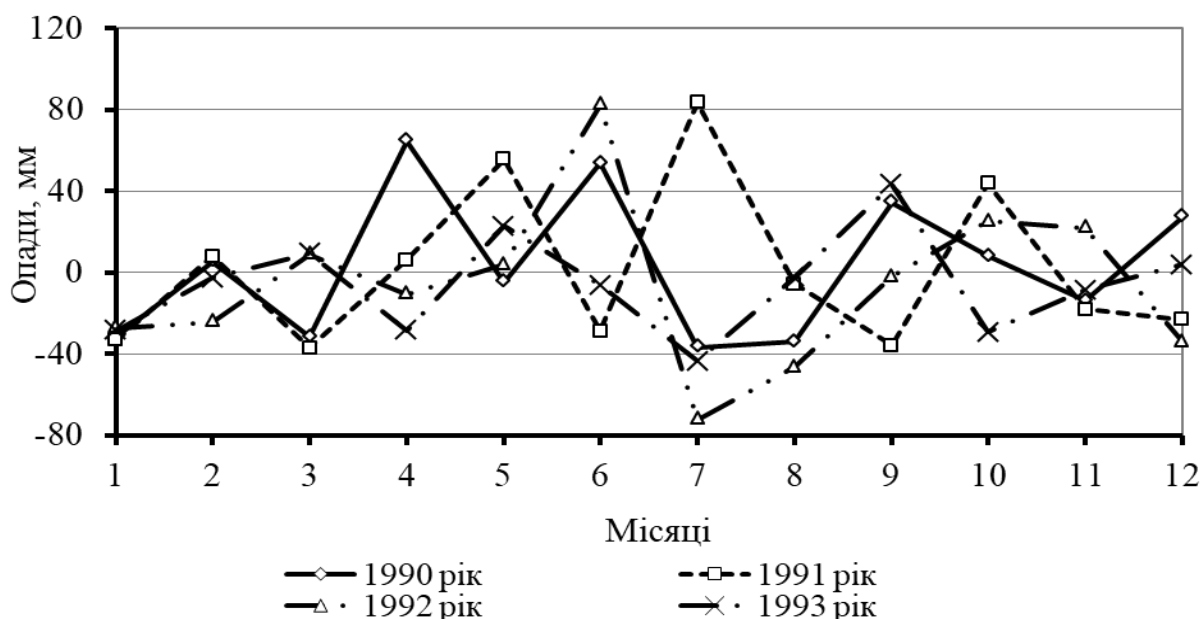


Рис. 2.7 Відхилення суми опадів від СБД за 1990–1993 роки проведення досліджень.

Зими 1994–1998 років за кількістю опадів були близькими до СБД (рис. 2.8). У липні 1995р. випало найменше опадів 28,9 мм, тоді як у 1998 р. – найбільше 180 мм. Осінні місяці також відрізнялися значним коливанням опадів у роки досліджень.

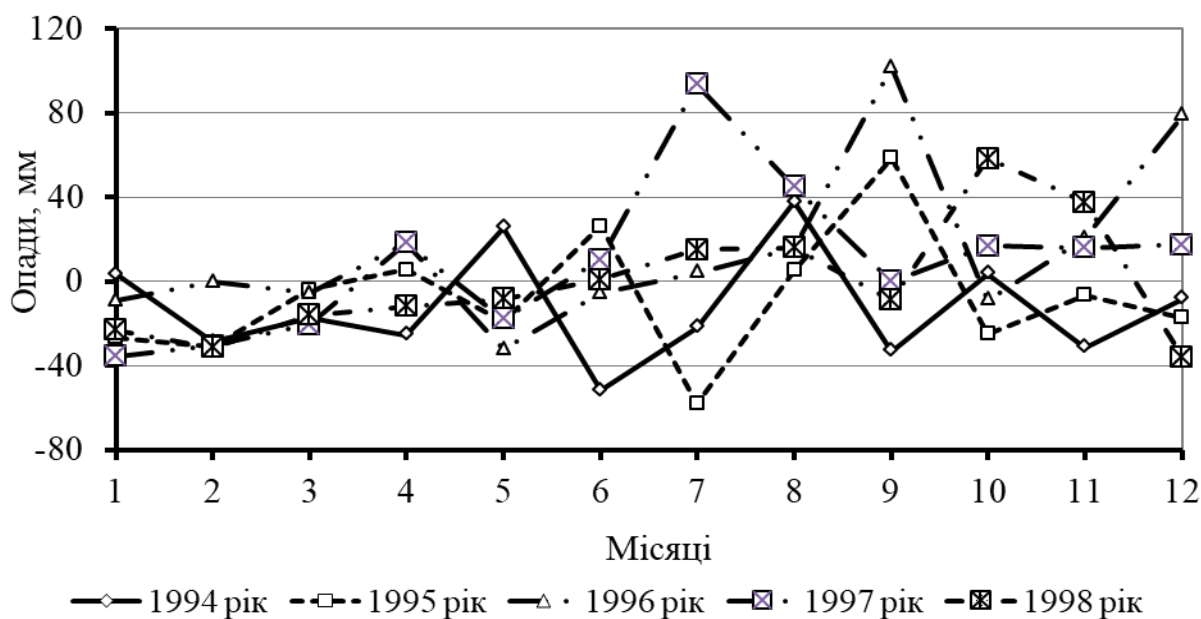


Рис. 2.8 Відхилення суми опадів від СБД за 1994–1998 роки проведення досліджень.

Вегетаційні періоди 2000 р. за кількістю опадів були близькими до СБД (рис. 2.9). Червень і серпень 1999 року відрізнялись малою кількістю опадів: 56,1 мм у червні та 28,7 у серпні. У 2001 і 2002 роках в червні випало опадів на 79,2 і 81,2 мм, більше від СБД. Найбільш посушливою вегетацією відрізнявся 2003 рік, коли дефіцит опадів за квітень – вересень склав 179,3 мм.

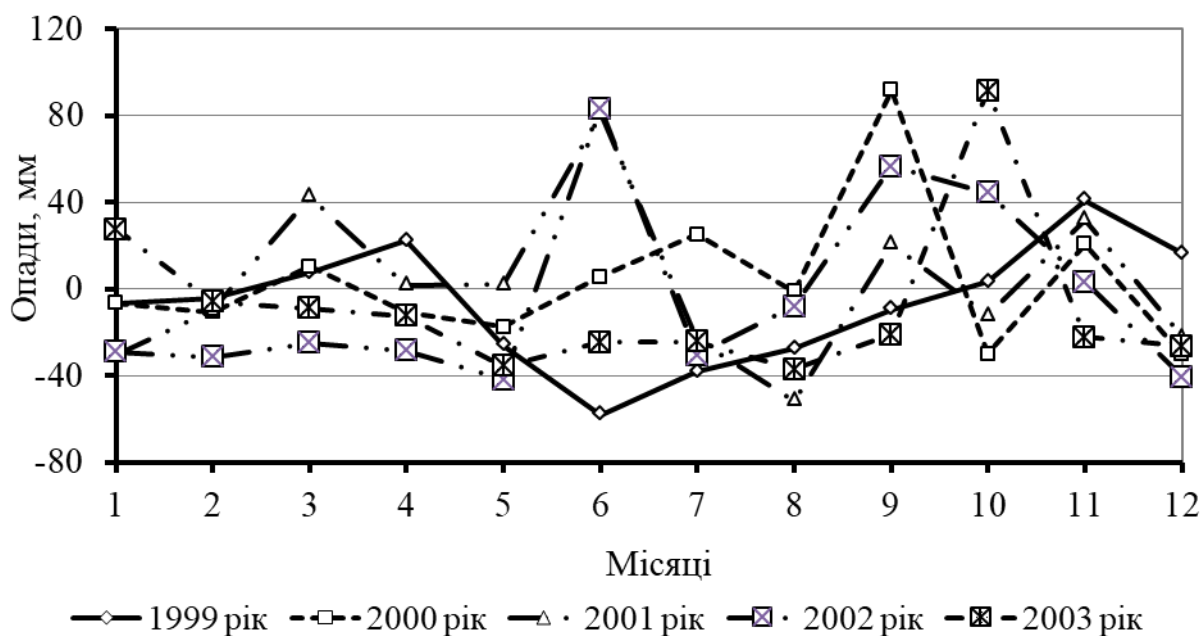


Рис. 2.9 Відхилення суми опадів від СБД за 1999–2003 роки проведення досліджень.

Період 2001-2007 років (рис. 2.10) відрізнявся значними коливаннями опадів. Так, у 2001-2002 роках в червні випало на 79,2 – 81,2 мм, у жовтні 2004 – на 84,7 мм, у серпні 2007 – на 66,0 мм більше за СБД опадів. Найбільш посушливою вегетацією відрізнялися 2003 та 2007 роки. У 2003 році дефіцит опадів за квітень – вересень склав 179,3 мм, а у 2007 р. – 223,9 мм.

Опадів у 2009 р. найбільше випало впродовж лютого (73,9 мм) та липня (86,1 мм). Найпосушливіша погода була у квітні та вересні – у першому з них опадів не було зовсім, а в другому випало 4,5 мм, що на 54,5 мм менше від багаторічної кількості (рис. 2.11). Дефіцит опадів, тривале бездощів'я у квітні та серпні, стрімке накопичення тепла впродовж всього вегетаційного періоду створили несприятливі умови для росту і розвитку дерев яблуні. В цих погодних умовах

виявився істотний вплив досліджуваних систем удобрення на продуктивність насаджень. У 2010 році найбільше випало опадів впродовж червня (139,3 мм) та вересня (73,4 мм). Найпосушливіша погода була у липні та серпні – у першому з них опадів було на 27,9, а в другому на 23,6 мм менше від багаторічної кількості.

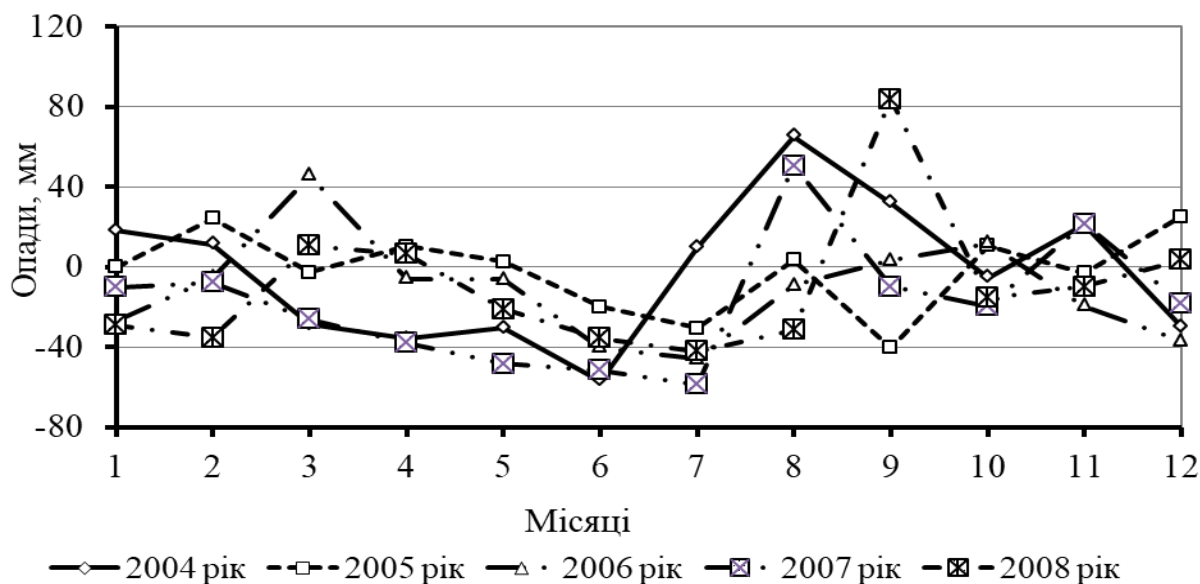


Рис. 2.10 Відхилення суми опадів від СБД за 2004-2008 роки проведення досліджень.

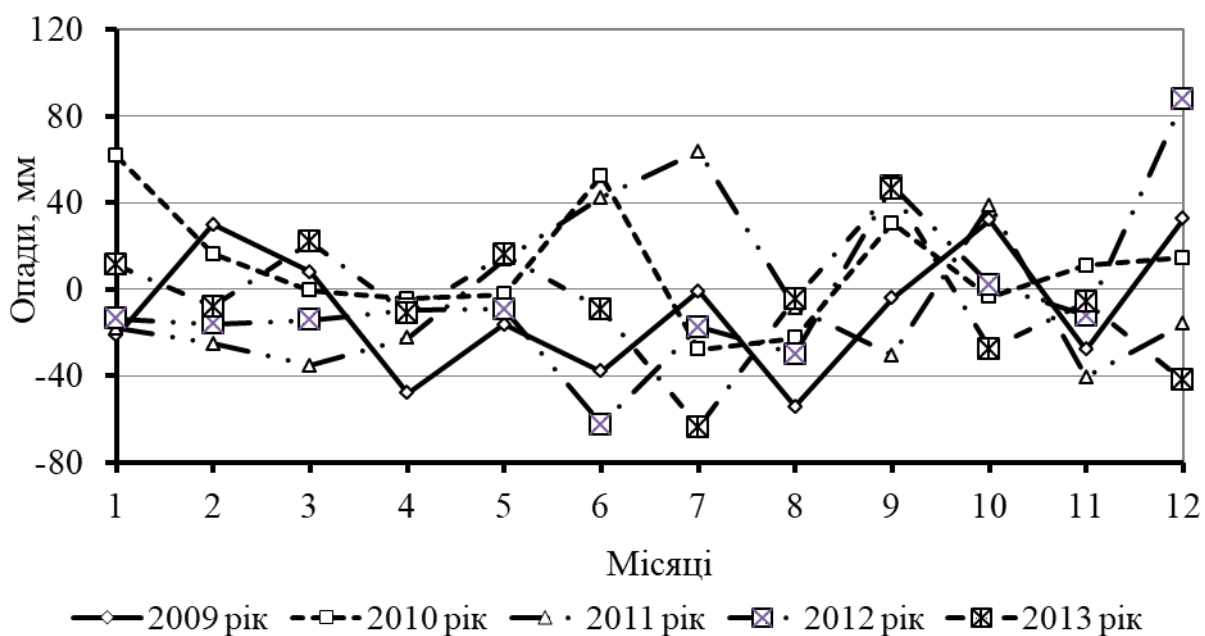


Рис. 2.11 Відхилення суми опадів від СБД за 2009-2013 роки проведення досліджень.

Опадів у 2011 році найбільше випало впродовж червня (129,2 мм) та липня (143,7мм). Найпосушливіша погода була у серпні та вересні – у першому з них опадів було на 8,4, а в другому на 30,6 мм менше від багаторічної кількості.

У 2012 році опадів випало значно менше середньої багаторічної суми – з лютого по серпень 259,1 мм проти 419 мм, тобто їх кількість склала лише близько 69% від характерної для зони. Такі несприятливі погодні умови на плодоношення дослідних дерев яблуні надто негативно не вплинули. Дерев явно не підмерзли і цвіли й плодоносили нормально. Опади у 2013 році випадали дуже нерівномірно по місяцях. Так, у січні їх було на 11,1 мм більше за середні багаторічні показники, у березні, травні, вересні відповідно на 21,7, 15,9 і 46,1 мм більше. А в інші місяці їх було менше, особливо посушливим виявився липень, коли за цей місяць випало всього лише 23,2 мм, що на 63,8 мм менше середніх багаторічних показників.

У січні місяці 2014 року опадів було на 1,3 мм більше за СБД, а у лютому спостерігався дефіцит опадів – всього 5,3 мм, що на 38,7 мм менше за багаторічні показники; у березні теж випало на 23,3 мм менше опадів (рис. 2.12).

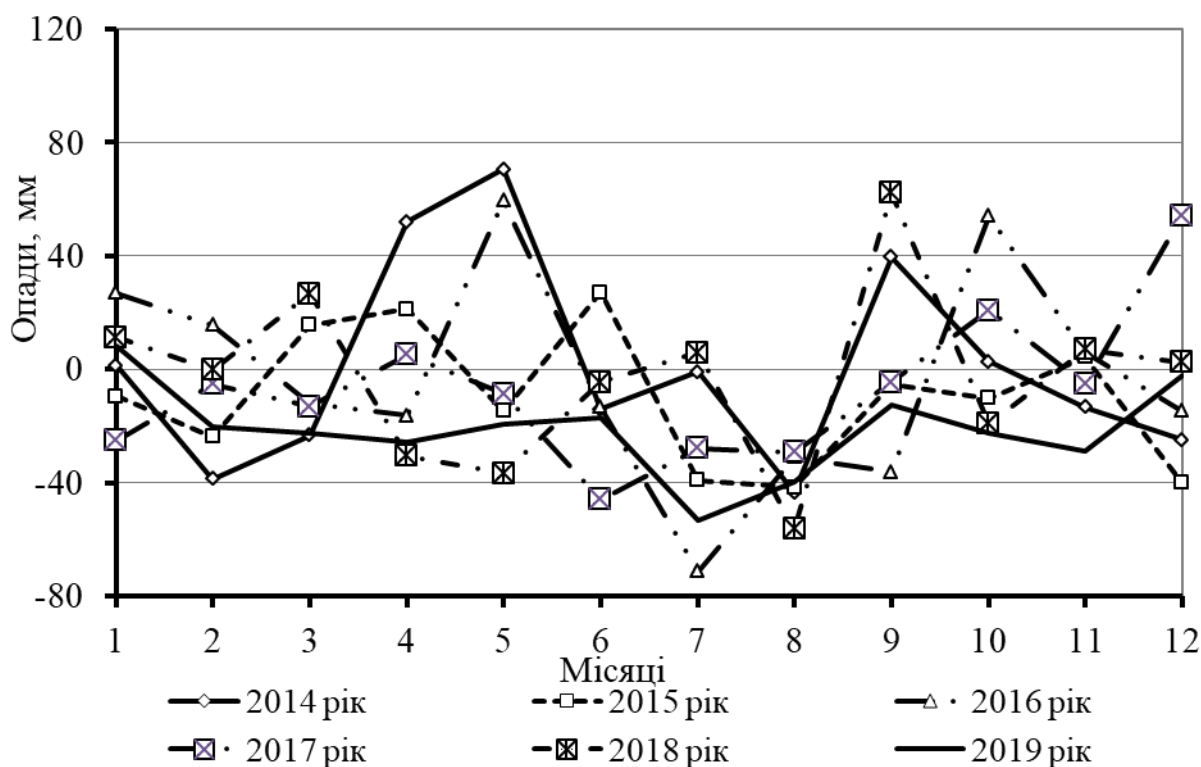


Рис. 2.12 Відхилення суми опадів від СБД за 2014-2019 роки проведення досліджень.

Проте вже у квітні, травні кількість опадів перевищила середні багаторічні показники аж у 2,1 і 2,3 рази відповідно. Така весняна погода негативно впливала на квітування дерев яблуні і проведення агротехнічних заходів з догляду за насадженнями. Дефіцит опадів гостро спостерігався у серпні, коли випало лише 15,6 мм опадів. Такі погодні умови на плодоношення дослідних дерев яблуні вплинули дуже негативно. Деревя взимку явно не підмерзли, але квітування у дощову погоду відбувалося погано, внаслідок чого врожайність дослідних дерев яблуні була відсутня через відсутність зав'язування плодів. Закономірність впливу систем удобрення на ростові процеси дерев була така ж як і в попередні роки і залежала від рівнів родючості ґрунту.

Перевищення середньої багаторічної кількості опадів у 2015 році було лише у березні (на 15,7 мм), квітні (на 21,2 мм) і червні (на 27,1 мм), у всі інші місяці опадів випадало мало, особливо велика різниця спостерігалась у травні під час квітування дерев яблуні – на 14,7 мм і в липні – на 39,1 мм менше від середніх багаторічних, а найбільш посушливим виявився серпень – менше на 41,7 мм. Проте загалом у період з січня по листопад опадів випало 508,9 мм, що близько до середньої багаторічної суми за цей період – 585 мм.

У 2016 році в травні місяці в цілому був звичайним за температурним фоном та надмірно дощовим. При цьому період дощів різної інтенсивності від невеликих до сильних розпочався з 5 травня і тривав до кінця місяця, а найбільше дощів випало в середині місяця. Загальна кількість опадів за місяць становила 114,4 мм (2 місячних норми). У червні місяці ще спостерігались інтенсивні зливи, але за місяць випало 73,7 мм опадів, що на 13,3 мм менше норми. А з початку липня переважав значний дефіцит опадів і за місяць їх кількість – 15,8 мм була значно меншою від норми (всього 18 % від неї). Упродовж літа неодноразово спостерігались різкі перепади температури повітря. Загалом у всі місяці погода була теплішою за кліматичну норму, а в липні спостерігалось найбільше відхилення від норми – +2,6°. У вересні погода була контрастна за температурою та дуже посушлива – одна з найсухіших за останні 100 років метеорологічних спостережень. Опадів у перші дві декади не було, в решту днів вони були

переважно невеликими. Їх загальна кількість за місяць становила всього 6,7 мм (15,6 % від норми). Жовтень у цілому був прохолодним і з надмірною кількістю опадів – у два рази більшою від норми.

У 2017 році кількість атмосферних опадів складала 524,2 мм, тобто на 108,8 мм була меншою кліматичної норми. Зокрема у основні місяці вегетації червень, липень і серпень опадів випало менше на 27,8-46,0 мм порівняно з БСД. Тому лімітуючим фактором для росту та розвитку культур в 2017 році був тривалий літній дефіцит опадів. 2018 рік за погодними умовами був сприятливим для росту і плодоношення насаджень груші. Так у основні місяці вегетації випало 193,6 мм опадів, що позитивно вплинуло на зав'язування врожаю та закладання генеративних бруньок. Найбільше опадів впродовж року випало у вересні місяці, що на 62,2 мм більше порівняно з СБД. Опадів у 2019 році у сумі за рік випало 376,6 мм, що на 59,5 % менше СБД. У всі місяці, крім січня опадів було менше порівняно із середніми показниками, а найбільший дефіцит був у липні і серпні, відповідно, 53,2 та 39,8 мм. Все це негативно вплинуло на продуктивність, загальний стан насаджень і диференціацію плодових бруньок у липні місяці.

2.3. Досліди та їх характеристика

Для розв'язання поставлених завдань проводилися дослідження в багаторічному стаціонарному досліді з системами удобрення яблуні, а також в інших польових (садових), вегетаційних і лабораторно-польових дослідях.

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

Дослід 1 закладено С. С. Рубіним у 1931 р. і проводився впродовж 50-річного періоду вирощування яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі з схемою садіння 10×10 м. Після цього реконструйовано шляхом викорчовування в

1982 р. зі збереженням ділянок досліджуваних варіантів у 1984 р., на насіннєвій (сіянці Антонівки звичайної) підщепі посаджено дерева сортів Кальвіль сніговий та Айдаред (останній сорт також на вегетативній підщепі М.4) зі схемою садіння 7×5 м. Грунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений, де вміст гумусу в шарі 0–20 см становив 2,41 %, у шарі 20–40 см – 2,23 %, азоту (за нітрифікаційною здатністю після 14–денного компостування) відповідно – 16,4 і 15,9 мг/кг ґрунту, P_2O_5 і K_2O (за методом Егнера–Ріма–Домінго) відповідно 154 і 136 та 269 і 254 мг/кг ґрунту, pH_{KCl} – 5,2 і 5,3, сума увібраних основ – 25,0 і 26,0 мг-екв/100 г ґрунту. Схема тривалого (з 1931 р.) дослідження включала варіанти: 1) без удобрення (контроль), 2) гній 40 т/га (органічна система удобрення), 3) гній 20 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$ (органомінеральна система), 3) $N_{120}P_{120}K_{120}$ (мінеральна система). У дослідному саду гній (ВРХ) та фосфорні (суперфосфат гранульований) і калійні (калій хлористий) добрива вносили через рік восени під оранку в міжряддях на глибину 18–20 см, а азотні (аміачну селітру) – щорічно у половинних дозах навесні під культивування (дискування) в міжряддях на глибину 12–15 см. Дослід віднесено до реєстру наукових об'єктів, як унікальну дослідницьку агроєкосистему яблуневого саду, що становить національне надбання держави (розпорядження № 1103-р Кабінету міністрів України від 5.12. 2007).

Дослід 2 для уточнення параметрів оптимізованих фонів мінерального живлення закладено в 2010 р. автором з сортами груші Конференція й Основ'янська 2007 р. садіння (підщепи айва А) на місці викорчовуваного грушевого саду зі схемою садіння 5×3 м. У схемі дослідження варіанти: 1) без удобрення (абсолютний контроль), 2) $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль), 3) розрахункові норми добрив, як для насаджень яблуні (фон), 4) фон + N_{30} , 5) фон + $N_{30}K_{30}$, 6) фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$. При закладанні дослідження рівень забезпечення темно-сірого опідзоленого ґрунту нітратним азотом (за нітрифікаційною здатністю) був недостатній (вміст $N-NO_3$ в шарі 0–40 см становив 16,5 мг/кг ґрунту, що менше оптимального рівня (23,5 мг/кг) на 7 мг/кг, а рухомими сполуками фосфору і формами калію (за методом Егнера–Ріма–Домінго) відповідно вищий і в межах достатнього рівня (в шарі 0–60 см вміст P_2O_5

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

Дослід 3 закладено в 2015 р. автором у насадженні груші Уманського НУС 2007 р. садіння зі схемою розміщення дерев сорту Основ'янська на середньорослій вегетативній підщепі айві А 5×3 м. Метою дослідження було забезпечення стабільно високої врожайності та якості плодів у насадженні груші сорту Основ'янська за підтримання рівноваги між ростом і плодоношенням застосуванням позакореневого підживлення азотом й комплексним добривом DripFert з різним вмістом N, P_2O_5 , K_2O та мікроелементів на фоні оптимального

забезпечення ґрунту основними макроелементами. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений з вмістом гумусу в шарах 0–20 і 20–40 см відповідно 3,5 і 3,2 %, азоту (за нітрифікаційною здатністю після 14-добового компостування) – 15,5 і 17,4 мг/кг, P_2O_5 і K_2O (за методом Егнера–Ріма–Домінго) – 164,0 і 68,0 та 293,0 і 206,0 мг/кг ґрунту, pH_{KCl} ґрунту – 6,4 і 6,6. Схема досліду включає варіанти: 1) вода (контроль), 2) Карбамід (виробничий контроль), 3) DripFert 18-18-18 + ME (B, Fe, Mn, Zn, Cu), 4) DripFert (18-18-18 + ME) + DripFert (13-40-13 + ME), 5) DripFert (18-18-18 + ME) + DripFert (13-40-13 + ME) + DripFert (5-15-40 + ME). Перше обприскування карбамідом (0,5 %-й розчин) проводили через 10 діб після цвітіння, наступні два з інтервалом 10–14 діб. Водорозчинне добриво DripFert (0,3 %-й розчин) з різним вмістом N, P_2O_5 , K_2O та мікроелементами (B, Fe, Mn, Zn, Cu) вносили у фази: розпускання бруньок (18-18-18 + мікроелементи (ME)), рожевий бутон (18-18-18 + ME) і (13-40-13 + ME), ріст плодів (18-18-18 + ME), (13-40-13 + ME) і (5-15-40 + ME). Вода (pH 7,2) для обприскування використовувалася із свердловини. Витрата робочої рідини з розрахунку 1000 л/га. У ґрунті вміст NPK у варіантах із удобренням доводили до оптимального рівня.

Дослід 4 – з удобренням груші сорту Золотоворітська на вегетативній підщепі айві А зі схемою садіння 5×3 м закладено автором у насадженнях Уманського НУС 2007 р. садіння. Метою досліджень було підтримання рівноваги між ростом і плодоношенням для забезпечення стабільно високої врожайності та якості плодів насадження груші сорту Золотоворітська, застосуванням позакореневого підживлення азотом й мікроелементами на фоні ґрунтового удобрення нормами добрив, розрахованими на доведення вмісту поживних речовин до оптимальних рівнів. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений з вмістом гумусу в шарах 0–20 і 20–40 см відповідно 3,5 і 3,2 %, азоту (за нітрифікаційною здатністю після 14-добового компостування) – 15,5 і 17,4 мг/кг, P_2O_5 і K_2O (за методом Егнера–Ріма–Домінго) – 164,0 і 68,0 та 293,0 і 206,0 мг/кг ґрунту, pH_{KCl} ґрунту – 6,4 і 6,6. Схема досліду включає варіанти з внесенням у ґрунт розраховуваних за результатами агрохімічних аналізів норм азотних, фосфорних і калійних добрив (вносились азотні (аміачна селітра) Розраховані за

показниками нітрифікаційної здатності ґрунту і калійні (калій хлористий) за достатнього вмісту в ґрунті фосфору згідно методичних рекомендацій (Копитко, 2001) і позакореневим підживленням карбамідом (0,5 %-й розчин) та комплексним добривом Реаком СР-СО (0,3 %-й розчин). Деревина на контрольних ділянках обприскували лише водою. Перше обприскування проводили через 10 діб після цвітіння, наступні три – з інтервалом 10–14 діб. Витрата робочої рідини з розрахунку 1000 л/га.

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

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

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

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

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

2.4. Об'єкти досліджень

При розв'язанні поставлених завдань дослідження автором проводилися з трьома сортами яблуні і груші вітчизняної та зарубіжної селекції, які вирощувалися на насіннєвій та вегетативних підщепах.

Дослідні сорти яблуні: Айдаред, Кальвіль сніговий і Чемпіон [475]; груші – Золотоворітська, Конференція і Основ'янська [340]

Дослідними підщепами були для яблуні: сильноросла насіннева – сіянци Антонівки звичайної і середньоросла клонова М.4 та карликова – М.9; для груші – середньоросла клонова айва А.

Добрива для позакореневого підживлення. Сабера Меджік (Дріп Ферт,

DripFert) – добриво для позакореневого підживлення (Посвідчення про державну реєстрацію А № 03119).

Це повністю водорозчинне добриво нового покоління при виробництві якого використовуються новітні технології та якісна сировина. Завод з виробництва мікродобрив DripFert™ знаходиться в Туреччині (м. Анталія).

Водорозчинні NPK добрива DripFert™ з мікроелементами – безхлорне, містить збалансований комплекс мікроелементів: В, Fe, Mn, Zn, Cu на хелатній основі EDTA (етилендіамінтетраоцтова кислота), яка підвищує коефіцієнт засвоювання елементів живлення до 90–95%.

Концентрація діючої речовини: N – 5-30 %, P₂O₅ – 5-40 %, K₂O – 5-41%, MgO – 0-11 %, В – 0-1 %, Fe – 0-1 %, Mn – 0-1 %, Zn – 0-1 %, Cu – 0-1 %.

НВЦ «Реаком» (Реаком СР-СО) – екологічно чисте хелатне мікродобриво для позакореневого підживлення плодових насаджень (Посвідчення про державну реєстрацію А № 032017)

Удобрення мікродобривами "РЕАКОМ" сприяє підвищенню врожайності, зав'язуваності, поліпшенню смакових якостей плодів.

Склад мікродобрива (г/л): P₂O₅ – 45, K₂O – 45, Zn – 15, Cu – 9, В – 4,5, Mn – 10, Mo – 0,15, Co – 0,05.

2.5. Методика досліджень

При проведенні польових (садових), вегетаційних, лабораторно-польових дослідів, спостережень, аналізів ґрунту, рослин і об'єктивній оцінці їх наслідків, встановленні залежностей користувалися апробованими й стандартизованими методиками, описаними в методичній літературі та в прописах державних стандартів [476–478].

Показники родючості ґрунту. Відбір зразків і підготовку їх до аналізу для визначення агрохімічних властивостей ґрунту в насажденні яблуні проводили у шарі 0–100 см, а в насажденні груші – 0–60 см згідно з ДСТУ 4287 [479] і ДСТУ ISO 11464 [480]. Крок відбору проб проводився з 20-сантиметрових шарів ґрунту

по профілю в кінці липня на початку серпня (після закінчення росту пагонів). У відібраних зразках, у атестованій науковій лабораторії масових аналізів Уманського національного університету садівництва, визначали:

- а) вміст гумусу за оксидиметричним методом ДСТУ 4289 [481];
- б) вміст фосфору та калію за методом Егнера–Ріма–Домінго ГОСТ 2620 [482];
- в) активну кислотність рН – метричним методом ДСТУ ISO 10390 [483] ;
- г) гідролітичну кислотність за методом Каппена ДСТУ 7537 [484];
- д) суму вбирних основ за методом Каппена ГОСТ 27821 [485] .

Вологість ґрунту в динаміці визначали у зразках відібраних з 20-сантиметрових шарів за профілем у періоди проходження основних фенофаз росту і розвитку дерев яблуні та груші у травні, липні й вересні згідно ДСТУ ISO 11465 [486]. За даними про вологість ґрунту розраховували загальні та доступні запаси ґрунтової вологи.

Щільність ґрунту визначали за методом Н.А. Качинського згідно ДСТУ ISO 11272 [487] до глибини 60 см у періоди вегетації в насадженні яблуні.

Структурно-агрегатний склад ґрунту визначали у червні за методом сухого просіювання у модифікації Н.І. Савінова згідно ДСТУ 4744 [488] до глибини 60 см.

Нітрифікаційну здатність ґрунту визначали методом Кравкова ДСТУ 7538 [489] у зразках, відібраних для визначення агрохімічних властивостей у липні – серпні.

Інтенсивність дихання ґрунту за методом Штатнова [490] визначали три рази за період вегетації у травні, липні, вересні.

Вміст токсинів у ґрунті визначали методом біопроби по відношенню до насіння пшениці [491].

Діагностичні та якісні показники рослинних матеріалів. Вміст у листках загальних сполук азоту, фосфору та калію визначали за МВВ 31– 497058–019-2005 [492] зі зразків, відібраних у терміни, коли відбирали ґрунт для агрохімічних аналізів (липень–серпень).

Площу листової пластинки визначали методом висічок з подальшими

розрахунками площі листкової поверхні. Товщину листкової пластинки вимірювали приладом “Тургометр – І”. Вміст зелених пігментів (хлорофіли “а” і “b” та їх сума) в листках визначали за методом Годнєва [493].

Визначення загальної вологи в листі виконували термогравіметричним методом [494] шляхом висушування його в сушильній шафі при температурі 100-105 °С до сталої маси. Визначення зв’язаної води проводили рефрактометричним методом [494, 495], поміщуючи наважку листя в розчин сахарози відомої концентрації.

Відбір середнього зразка плодів для їх хімічного аналізу проводили згідно методичних рекомендацій УНУС [496]. Аналізи хімічного складу плодів виконували після збирання в період їх оптимальної споживчої стиглості.

Вміст розчинних сухих речовин у плодах визначали рефрактометричним методом ДСТУ 8402 [497] на рефрактометрі RL 3.

Загальний вміст цукрів у плодах визначали за перманганантним методом згідно ДСТУ 4954 [498] після збирання врожаю. Кислотність плодів - титрометрично ДСТУ 4957 [499] після збирання врожаю.

Вміст нітратів у плодах груші визначали в період знімальної стиглості за МВ №5048–89 [500].

Фітометричні показники. Фітометричні вимірювання та фенологічні спостереження проводили згідно з методичними рекомендаціями Уманського НУС [496, 501] та Інституту садівництва НААН України [502].

Приріст однорічних пагонів вимірювали в кінці вегетації (жовтень) на облікових гілках за допомогою мірної стрічки.

Висоту дерев і діаметр крони вимірювали в той же строк мірною рейкою.

Площу листків визначали методом висічок з подальшими розрахунками всієї площі листкової поверхні на дереві.

Обхват штамба вимірювали мірною стрічкою, а діаметр - штангельциркулем.

Кількість квіток і зав’язі підраховували на облікових гілках у насадженнях яблуні з подальшим перерахунком на все дерево та на всьому дереві в насадженні груші.

Урожайність визначали ваговим методом на всіх дослідних деревах.

Товарні якості плодів яблук визначали безпосередньо в саду шляхом сортування зібраних плодів згідно ГСТУ 01.1–37– 160:2004 [503], а груші ГСТУ 01.1–37–162: 2004 [504].

Дослідження паренхіми плодів груші проводили впродовж вегетації 2019 року по мірі збільшення розмірів плодів (1–14.07; 2–16.07; 3–12.08; 4–26.08; 5–13.09) в лабораторних умовах за методичними рекомендаціями В. В. Заморського [505].

Економічна ефективність удобрення. Економічну ефективність вирощування плодів досліджуваних сортопідщепних комбінувань яблуні та груші за повторної культури залежно від застосовуваних систем удобрення та оптимізованих норм добрив розраховували згідно методичних вказівок для визначення ефективності добрив [453, 506]. Затрати розраховували щорічно відповідно до виконання всіх робіт за технологічними картами.

Математична оцінка результатів досліджень. Для оцінювання точності досліджень і рівня достовірності даних в роботі застосовували дисперсійний аналіз з використанням найменшої істотної різниці для всього досліду та кореляційний і регресійний методи математичного аналізу [480, 495, 501, 502, 507]. Кореляційні зв'язки відображали у вигляді кореляційних плеяд за П. В. Терентьєвим [508].

РОЗДІЛ 3

ГРУНТОВТОМА ТА ЗАХОДИ ЇЇ ПОСЛАБЛЕННЯ

В останній час велику увагу науковці та виробничники-садівники звертають на негативний вплив на молоді насадження, що вирощуються після розкорчовування старих. Досліджуються причини різними методами. Вирощуються для цього тестові рослини зернових культур тощо. Але всі ті дослідження потребують уточнень і добрячого осмислення. Тому були потрібні прямі дослідження ґрунтовтоми з яблуною, як реагують молоді плодові рослини на ґрунтові умови після розкорчованих садів, бо так чи інакше доводиться вирощувати плодові насадження повторно тобто декілька поколінь на тому ж місці.

3.1. Наявність у ґрунті токсинів

Методи біотестування, що ґрунтуються на зворотній реакції живих організмів на негативний вплив забруднюючих речовин, здатні забезпечити вірогідною інформацією про якість компонентів навколишнього середовища, у тому числі й ґрунтів. Даними методами встановлюється токсичність середовища за рахунок вивчення особливостей реакції тест-організмів, що сповіщає про рівень екологічної безпеки або небезпеки незалежно від того, які це токсини та в якій кількості призводять до життєвоважливих змін функцій у тест-організмах. Для оцінки забруднення середовища використовуються стандартизовані реакції живих організмів (рослин, тварин, грибів, мікроорганізмів) [509, 510]. Вони ґрунтуються на вивченні особливостей зворотної реакції тест-організмів на дію комплексу негативних факторів і дозволяють визначити рівень екологічної безпеки. Використання рослин для тестування ґрунту вимагає врахування його особливостей, як об'єкта біологічного контролю навколишнього середовища. Важливим тут є надходження до ґрунту різних сполук, зокрема токсичних [239, 240, 511].

Прояв ґрунтовтоми, а саме накочення у ґрунті токсичних речовин виділених хвороботворною мікрофлорою та рослинами, визначали методом біопроби стосовно ярої пшениці. Так, у лабораторно-польовому досліді який проводився в інтенсивному насадженні яблуні голландського типу було встановлено, що із досліджуваних варіантів досліді найнижча токсичність ґрунту у шарі 0–20 і 20-40 см була на контролі, де сад не вирощувався, довжина ростків пшениці сягала 963,7 і 1136,8 мм (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Проростання насіння і довжина ростків ярої пшениці залежно від токсичності ґрунту в насадженні яблуні інтенсивного типу (2010 р.)

Варіант досліді	Шар ґрунту, см	Проросло насіння, %	Сумарна довжина ростків, мм
ґрунт з поля (контроль)	0-20	91	963,7
	20-40	93	1136,8
	0-40	92	1050,3
14 річний сад	0-20	90	882,2
	20-40	88	830,4
	0-40	89	856,3
Дворічний повторно посаджений сад	0-20	87	702,4
	20-40	84	825,2
	0-40	86	763,8
HIP ₀₅	0-20	2	42,1
	20-40	1	54,8
	0-40	2	48,7

Найменша довжина ростків, а відповідно більша токсичність ґрунту, була у варіанті, де повторно вирощувався дворічний сад 763,8 мм на ґрунті з шару 0 - 40

см. Достовірне посилення токсичної дії відмічалось у шарах ґрунту 0 – 20, 20 – 40 см за 14 річного вирощування насаджень яблуні та особливо повторного вирощування молодих насаджень.

Вплив токсичних речовин також проявлявся на проростанні насіння ярої пшениці. У шарі ґрунту 0–40 см найнижчий показник був за повторного вирощування саду, порівняно з контролем і 14 річним садом.

Аналізуючи прояв токсичності у насадженнях яблуні також цікаво спостерігати на накопиченні токсинів у ґрунті по всій периферії крони, так як нові насадження можуть закладатися в межах всієї ділянки. Встановлено, що віддаленість від дерева у сторону міжряддя до 150 см сприяло зменшенню накопичення токсинів у ґрунті та хвороботворної мікрофлори у повторно вирощуваному молодому насажденні яблуні (рис. 3.1). Найменший сумарний приріст ростків пшениці й відповідно найбільший вплив ґрунтової мікрофлори проявлявся у молодому насажденні на відстані 0 - 50 см від штамбу, де відбувається активне розкладання залишків коренів у ґрунті. Зменшення ростків порівняно з плодоносним садом було істотним і склало 185 мм.

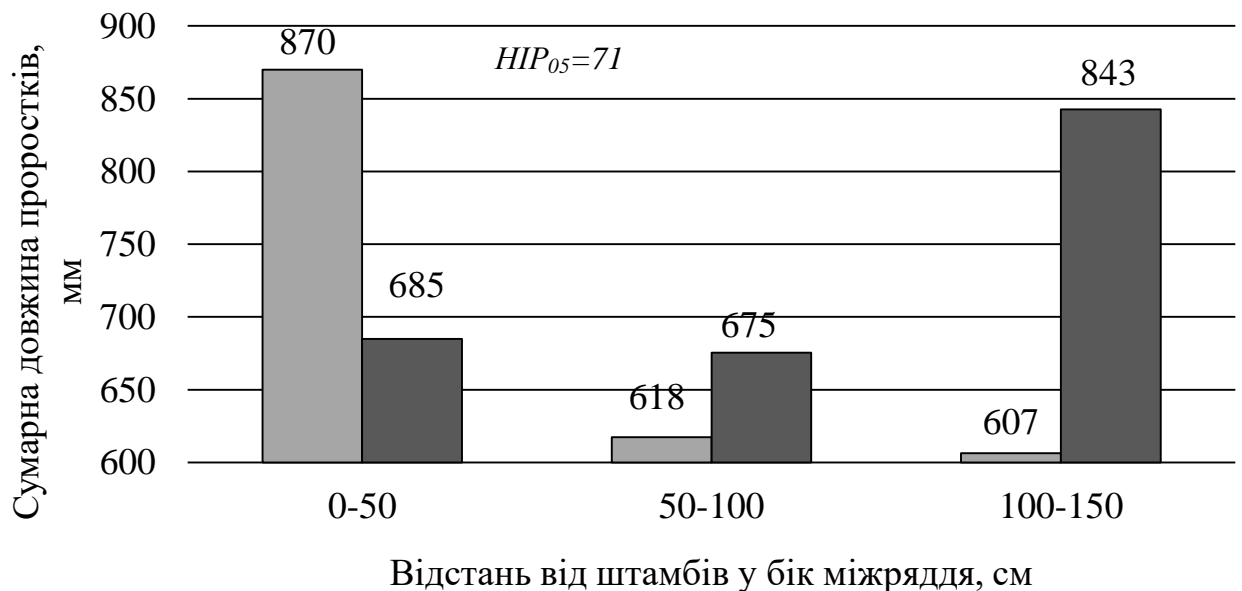


Рис. 3.1. Сумарна довжина ростків пшениці залежно від місця відбору проб ґрунту в міжрядді саду:

□ 14 річний сад, ■ повторно вирощуваний сад.

Подібна тенденція впливу токсинів спостерігається і на відсоток проростання

насіння (рис. 3.2). Так, найбільший негативний прояв ґрунтовтоми спостерігається на відстані 0 - 50 см від штамба дерева у сторону міжряддя, де відсоток кількості складав 84,7 %, а в контрольному варіанті – 85,3 %. Зі збільшенням відстані від дерева відсоток проростання був більшим у молодому повторно вирощуваному саду.

Отже, закладати повторні насадження яблуні, після розкорчовування садів на карликовій підщепі, потрібно зі зміщенням місця садіння дерев на 50 і більше сантиметрів, що знизить вплив ґрунтовтоми на молоді насадження.

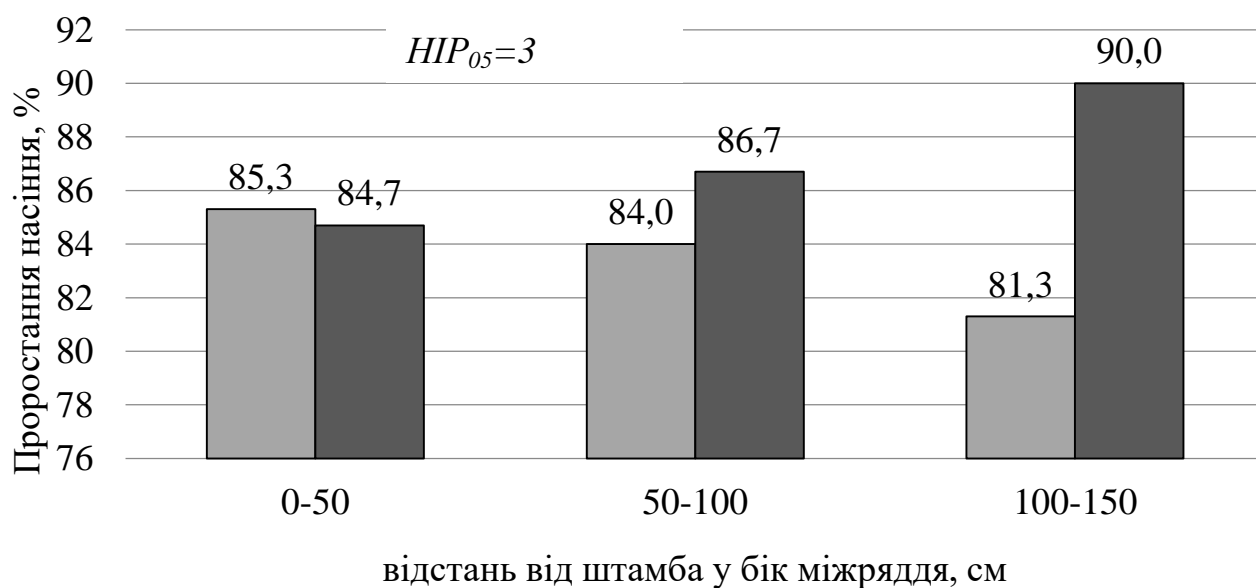


Рис. 3.2 Відсоток проростання насіння пшениці залежно від місця відбору проб ґрунту в міжрядді саду:

□ 14 річний сад, ■ повторно вирощуваний сад

У досліді з передсадивною підготовкою ґрунту для зниження токсичності, сумарна довжина ростків пшениці найбільшою була по профілю 0-60 см у варіанті ґрунт з поля, де не вирощувалися багаторічні насадження (табл. 3.2, рис. 3.3, 3.4).

Серед інших досліджуваних варіантів з передсадивною підготовкою ґрунту для зниження токсичності також отримані істотно вищі показники порівняно з контролем. Так, добре проявило себе внесення органічних добрив (гній 40 т/га) і висів гірчиці, де довжина ростків у шарі ґрунту 0-60 см становила відповідно 961,8 та 723,3 мм. Слід зауважити, що внесення гною, а також чорнобривців

сприяло послабленню токсичності у верхньому шарі ґрунту 0-20 і 20-40 см.

Таблиця 3.2

Проростання насіння і довжина ростків пшениці залежно від передсадивної підготовки ґрунту для зниження його токсичності (2019 р.)

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см	Проросло насіння, %	Сумарна довжина ростків, мм
Ґрунт без обробки (контроль)	0-20	88	550,5
	20-40	89	617,8
	40-60	91	754,8
Вирощування і заробляння в ґрунт маси чорнобривців розлогих	0-20	93	692,6
	20-40	96	847,3
	40-60	96	782,1
Вирощування і заробляння в ґрунт маси гірчиці білої	0-20	95	621,0
	20-40	91	670,6
	40-60	93	878,2
Внесення гною (ВРХ) у розрахунку 40 т/га	0-20	95	709,9
	20-40	94	1070,1
	40-60	99	1105,4
Ґрунт із поля	0-20	98	1063,4
	20-40	94	1385,5
	40-60	96	1448,6
<i>НІР₀₅</i>	0-20	4	32,4
	20-40	4	47,0
	40-60	5	50,7

Найменша довжина ростків, а відповідно більша токсичність ґрунту, була у варіанті з ґрунтом без обробки 64,4 мм. У цьому варіанті достовірно посилювалася токсична дія у шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см порівняно з іншими досліджуваними варіантами.

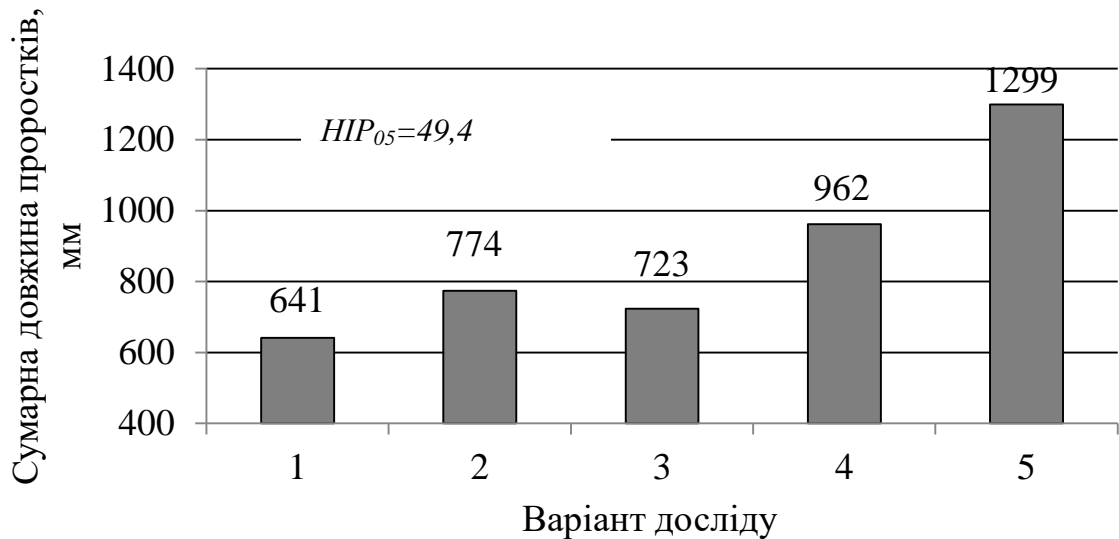


Рис. 3.3. Вплив передсадивної підготовки ґрунту (шар 0-60 см) на сумарну довжину ростків ярої пшениці: 1 - ґрунт без обробки (контроль); 2 - вирощування і заробляння в ґрунт маси чорнобривців розлогих; 3 - вирощування і заробляння в ґрунт маси гірчиці білої; 4 – внесення гною (ВРХ) в розрахунку 40 т/га; 5 - ґрунт із поля.

Вплив ґрунтових умов також проявлявся на проростанні насіння. У шарі ґрунту 0–20 см воно проростало істотно інтенсивніше у варіанті з внесенням органічних добрив і вирощуванням гірчиці порівняно з контролем (ґрунт із саду). У шарі ґрунту 40–60 см істотно вище проростання насіння було за внесення гною (40 т/га) порівняно з іншими досліджуваними варіантами.

Позитивна дія органічних добрив та вирощування сидеральних культур (гірчиця, чорнобривці) на послаблення токсичності ґрунту спостерігалось також в інших дослідженнях, проведених у різних ґрунтово-кліматичних умовах [218, 242, 243, 254, 269, 512, 513].

Ґрунт, на який впливав антропогенний фактор, характеризувався більш низькими показниками біологічної активності. В ньому сповільнені процеси розкладання органічної речовини, особливо якщо ґрунт тривалий час знаходився під багаторічними насадженнями [490].

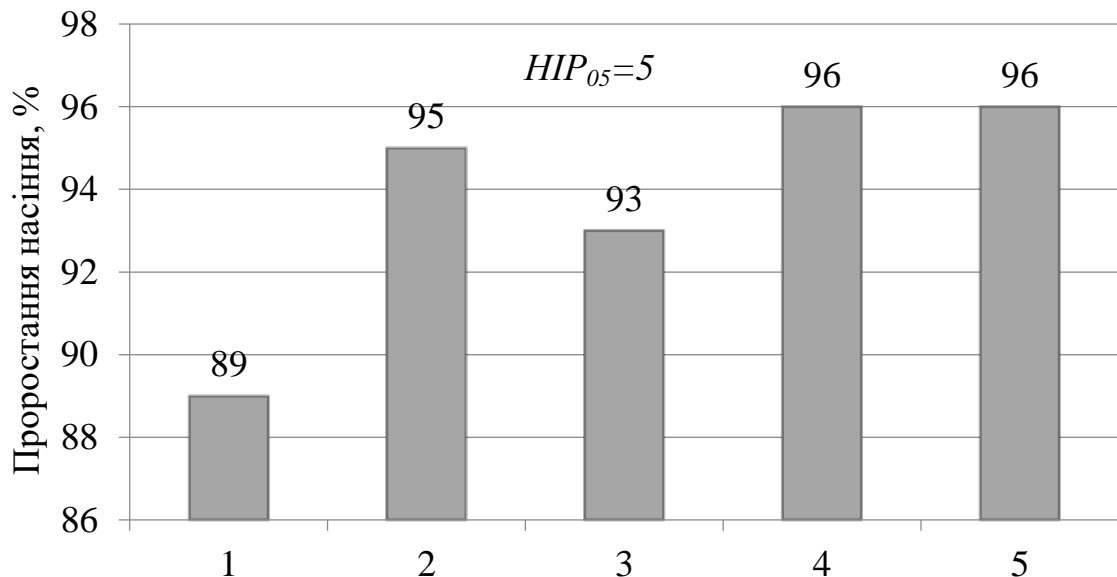


Рис. 3.4 Вплив токсинів на проростання насіння ярої пшениці залежно від передпосадкової підготовки ґрунту (шар 0-60 см): 1 - ґрунт без обробки (контроль); 2 - вирощування і заробляння в ґрунт маси чорнобривців розлогих; 3 - вирощування і заробляння в ґрунт маси гірчиці білої; 4 – внесення гною (ВРХ) у розрахунку 40 т/га; 5 - ґрунт із поля.

Встановлено, що на ділянці, де вирощувався сад і не було проведено заходів з окультурення ґрунту (вирощування сидеральних культур або внесення гною) біологічна активність найнижча, розкладання стебел жита склало 27 % (рис. 3.5). Істотно вищою порівняно з іншими варіантами активність розкладання була у варіанті, де ґрунт відбирався з поля (34,3 %). Всі інші варіанти, з окультурення ґрунту, займали проміжне становище і відрізнялися істотно вищими показниками біологічної активності порівняно з контролем. Слід відмітити, що вирощування гірчиці з послідуною заробкою зеленої маси в ґрунт сприяло покращенню життєдіяльності ґрунтової мікрофлори.

Отже, вирощування сидератів і внесення гною сприяє покращенню біологічної активності ґрунтової мікрофлори та знижує токсичну дію інтенсивного використання хімічних речовин у саду та ґрунтовоми.

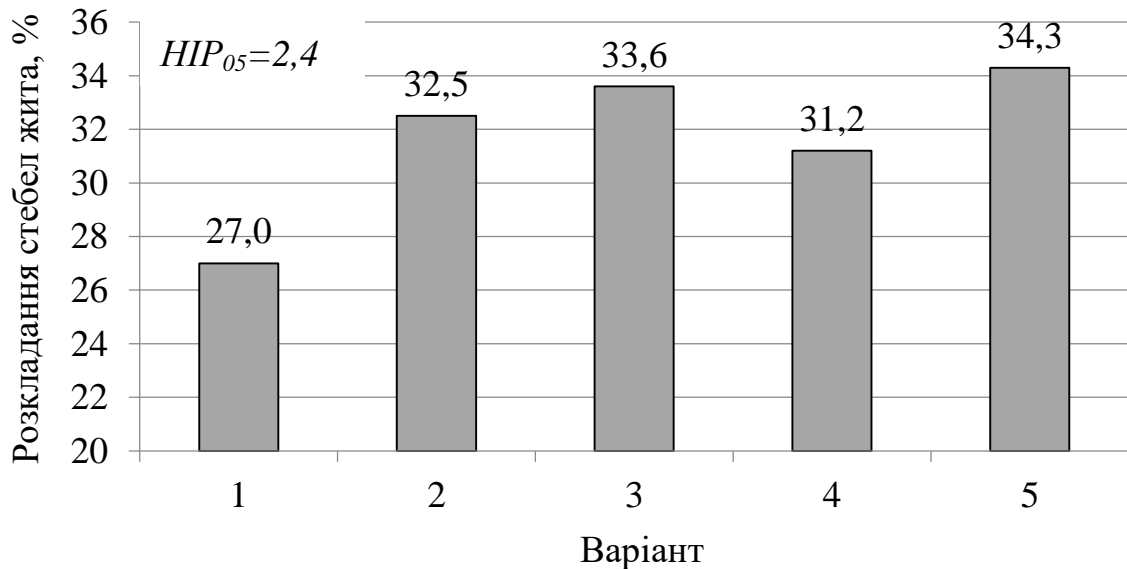


Рис. 3.5 Біологічна активність ґрунту залежно від агрозаходів з подолання ґрунтовтоми: 1 - ґрунт без обробки (контроль); 2 - вирощування і заробляння в ґрунт маси чорнобривців розлогих; 3 - вирощування і заробляння в ґрунт маси гірчиці білої; 4 – внесення гною (ВРХ) у розрахунку 40 т/га; 5 - ґрунт із поля.

3.2. Нейтралізація ґрунтовтоми за повторного вирощування яблуні

Ділянки ґрунту під старими насадженнями, безумовно, зазнають значних змін. Це зумовлюється абіотичними (зменшення вмісту гумусу, елементів живлення, погіршення водно-фізичних властивостей, зміни реакції ґрунтового середовища та забруднення його токсичними хімічними речовинами тощо) і біотичними (накопичення шкідливих мікроорганізмів, зокрема нематод) факторами. Разом з тим є твердження, що в ґрунті після викорчуваного саду накопичуються в значній кількості продукти життєдіяльності дерев, так звані кореневі виділення (фітотоксини), і значна кількість коренів, які розкладаються після розкорчовування [182, 189, 224, 233, 238, 239, 241]. За розкладання коренів яблуні вивільняються фенольні сполуки, що містяться в корі коренів - 8,6 - 14,7 % від сухої маси, які можуть бути інгібіторами росту повторно вирощуваних дерев [237].

Є також фітотоксичні речовини, які продукують мікроорганізмами. Вони відносяться до різних груп хімічних сполук. Ці речовини можуть накопичуватися

в ґрунті і зумовлювати його токсичні властивості [512]. Дія на рослини фітотоксичних речовин, які продукуються ґрунтовими мікроорганізмами, може проявлятися, як хронічне отруєння рослин, внаслідок чого вони відстають у рості та знижують врожайність [513].

У дослідженнях І.Г. Фулги, К.Я. Даду [514] на місці розкорчованого 30-річного саду порівняно з ділянкою польової сівозміни в перший рік після садіння спостерігався менший приріст товщини штамба дерев на 20 % та сумарного приросту пагонів - на 10 - 20 %. У наступні роки вплив ґрунтовими на ростові показники посилювався.

Дослідженнями проведеними в вегетаційному досліді, встановлено, що після садіння навесні 2019 р. однорічні саджанці всі нормально прижилися, але впродовж двох вегетаційних сезонів (2019 і 2020 рр.) вони росли не зовсім однаково. Фітомаса саджанців у контрольному варіанті на ґрунті з поля за два роки збільшилася на 555 г, а порівняно з нею приріст маси молодих дерев на неудобрюваному ґрунті з розкорчованого саду з корінням старих дерев яблуні 400 і 800 г був меншим, відповідно, на 95 і 79 г та на угноюваному ґрунті з корінням 426 г – на 15 г або на 17 %, 14 і 3 %. Ці результати, певною мірою, узгоджуються з показниками росту вегетативних органів (табл. 3.3). Так, у перший рік (2019) приріст діаметра штамба найбільшим був у контрольному варіанті на ґрунті з поля і майже такий на угноєному ґрунті з корінням яблуні після викорчуваних дерев, а на неудобреному ґрунті з однією та подвійною кількістю коріння він був істотно меншим відповідно на 0,4 і 0,5 мм або на 10 і 12 % від контрольного. В наступному році збереглася така ж закономірність потовщення штамба молодих яблунь, а загальний приріст його діаметра за сезон 2020 р. дещо збільшився на 0,7 - 1,9 мм і найменшим був у варіанті з подвійною кількістю коріння в неудобрюваному ґрунті з корінням із саду. Але останнє зменшення за результатами математичної оцінки дисперсійним методом було неістотним порівняно з потовщенням штамба у контрольному варіанті на ґрунті з поля.

Показники росту трирічних дерев яблуні сорту Чемпіон у вегетаційному досліді

Варіант	Приріст діаметра штамба, мм		Приріст пагонів, см		Площа поверхні листя, м ²	
	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.
Ґрунт із поля (контроль)	4,1	5,7	173	305	0,28	0,76
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 400 г	3,7	5,1	147	257	0,26	0,72
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 800 г	3,6	4,9	139	263	0,24	0,74
Удобрюваний ґноєм ґрунт із саду з корінням яблуні 426 г	3,9	5,8	158	300	0,29	0,77
<i>НІР_{0,1}</i>	<i>0,3</i>	<i>0,5</i>	<i>16</i>	<i>25</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>

Подібно різнилися показники приросту однорічних пагонів і площі поверхні листя. Варто лише зазначити, що закономірності їх змін в окремі роки не зберігалися у варіантах з однією кількістю коріння (400 г) і подвійною (800 г) в ґрунті із розкорчованого старого саду, на якому вирощувалися молоді яблуні. Якщо у 2019 році приріст пагонів за подвійної кількості коріння (800 г) був меншим на 8 см (5,4 %), ніж за одинарної кількості (400 г), то в наступному (2020) році, навпаки, він був на 6 см (2,3 %) більшим за більшої кількості коріння. А щодо поверхні листя, то виявилася така ж закономірність її формування, але відмінності між варіантами були невеликі, зокрема, в 2020 році – 0,02 м² (2,8 %). Загалом показники росту вегетативних органів молодих рослин яблуні не відрізнялися істотно в варіантах із одинарною (400 г) і подвійною кількістю коріння з саду (800 г на 20 кг. ґрунту) впродовж обох років вирощування саджанців у вегетаційному досліді, хоча в більшості випадків, зокрема в перший рік після садіння спостерігалася тенденція до послаблення ростових процесів за

більшої кількості коріння в неудобрюваному ґрунті.

Загальна фітомаса трирічних дерев яблуні сорту Чемпіон більшою і практично однаковою була на контрольному ґрунті з поля та угноєному за багаторічного (впродовж 84-років) внесення через рік по 40 т/га гною (табл. 3.4, рис. 3.6, 3.7), але її приріст був дещо більшим на першому ґрунті (з поля), бо при висаджуванні саджанців в контрольному варіанті в середньому вони були легшими на 15 г (2,7 %). Ця різниця в масі саджанців була як за рахунок дещо більшої надземної частини однорічних саджанців, так і їхніх коренів, що зумовлювало краще відновлення кореневої системи в варіанті угноєного ґрунту з саду. Але, як видно з табл. 3.4 та на рис. 3.6 за два роки маса коріння не була більшою в угноєному ґрунті порівняно з контрольним варіантом у ґрунті з поля.

Таблиця 3.4

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

Варіант	Вся фітомаса		Деревина з корою		Коріння		Листя		Плоди	
	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
Ґрунт з поля (контроль)	794	100/* 100	367	46	173	22	56	7	198	25
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 400 г	698	88/ 100	319	46	166	24	54	8	149	21
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 800 г	716	90/100	330	46	169	24	53	7	164	23
Удобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 426 г	795	100/ 100	370	46	172	22	54	7	199	25
<i>НІР_{0,01}</i>	36	-	21	-	13	-	4	-	23	-

Примітка.* У чисельнику фітомаса варіанту порівняно з контрольними деревами на ґрунті з поля; в знаменнику - фітомаса кожного варіанту.

І в неудобрюваному ґрунті з саду за одинарної та подвійної кількості коріння (400 і 800 г) вона не відрізнялася істотно, а в загальній структурі фітомаси їхня частка складала 24 %, що на 2 % більше, ніж в контрольному ґрунті з поля і в угноєному з саду.

Загалом у структурі фітомаси молодих яблунь найбільшу частку займала деревина з корою – 46–48 %, а найменшу – маса сухого листя – 7–8 %, яка була близькою в усіх варіантах дослідів й істотних відмінностей між ними не було. Однак спостерігалася тенденція до зменшення площі листя за збільшення маси коріння в неудобрюваному ґрунті з саду, але зменшення її величини було незначне і не істотне.



Рис. 3.6. Коренева система трирічних рослин яблуні сорту Чемпіон за вирощування в вегетаційному досліді: 1 – Удобрюваний гноєм ґрунт із саду з корінням яблуні 426 г; 2 – Ґрунт з поля (контроль); 3 – Неудобрюваному ґрунті з саду з корінням яблуні 400 г; 4 – Неудобрюваному ґрунті з саду з корінням яблуні 800 г.

На другий рік після садіння однорічних саджанців молоді дерева яблуні за плодоносили. Найбільше квіток і плодів на них було в варіанті з угноєним ґрунтом із саду з корінням 426 г на 20 кг – 5–10 плодів на дереві, в контрольному варіанті – 3 - 9 плодів і найменше на неудобрюваному ґрунті з саду з корінням 400 г на 20 кг

– 2–5 плодів, а за 800 г коріння -3–6 плодів. Відповідно, і середня маса всіх яблук на дереві найбільшою була в варіанті угноєного ґрунту з саду, але вона переважувала масу плодів у контролі на ґрунті з поля лише на 1 г. А найменшою (на 49 г або на 25 %) середня маса сухої речовини плодів була на ґрунті з саду з однією кількістю коріння (400 г), а за подвійної кількості коріння (800 г) вона була дещо більшою і відрізнялася від маси контрольних плодів на ґрунті з поля на 34 г (17 %), при цьому її зменшення в обох варіантах було істотним порівняно з масою контрольних плодів.



Рис. 3.7. Надземна частина трирічних рослин яблуні сорту Чемпіон (2020 р.) за вирощування в вегетаційному досліді: 1 – Неудобрюваний ґрунт з саду з корінням яблуні 400 г; 2 – Неудобрюваний ґрунт з саду з корінням яблуні 800 г; 3 – Удобрюваний гноєм ґрунт з саду з корінням яблуні 426 г; 4 – Ґрунт з поля (контроль).

Серед плодкових утворень в 2020 р. на молодих рослинах була найбільша кількість кільчаток (табл. 3.5). Списиків і прутиків було дещо менше. Серед досліджуваних варіантів істотно більше кільчаток було в угноєному ґрунті порівняно з варіантом неодобрюваного ґрунту із саду з корінням яблуні 400 г на 20 кг. Списиків було найменше (5 шт./дерево) у неодобрюваному варіанті з корінням яблуні 800 г на 20 кг. Кількість прутиків була найбільшою на контролі, де не вирощувався сад та на угноєному ґрунті - по 7 шт./дерево, що істотно більше ніж

на неудобрюваному ґрунті із саду з корінням яблуні 400 г на 20 кг.

Характеризуючи загальну кількість плодових утворень можна стверджувати, що у варіантах з удобренням гноєм ґрунтом і ґрунтом із поля було їх істотно більше, ніж в неудобрюваному ґрунті з 400 г коріння на 29,7 та 21,6 %, а в неудобрюваному ґрунті з подвійною кількістю коріння (800 г) – на 15,3 та 23,1 %. Кількість плодових утворень із одинарною (400 г) і подвійною (800 г) масою коріння істотно не відрізнялася.

Таблиця 3.5

**Середня кількість плодових утворень на трирічних яблунях сорту
Чемпіон у вегетаційному досліді, шт./дерево**

Варіант	Кільчатки	Списики	Прутики	Загальна кількість
Ґрунт з поля (контроль)	27	11	7	45
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 400 г на 20 кг	23	13	4	37
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 800 г на 20 кг	28	5	6	39
Удобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 426 г на 20 кг	30	11	7	48
<i>НІР_{0,01}</i>	5	2	1	6

3.3. Елементи родючості ґрунту

На час закладання вегетаційного досліді темно-сірий опідзолений ґрунт у різних варіантах характеризувався неоднаковими показниками родючості (табл. 3.6). Вміст органічних речовин був найбільшим в угноєному впродовж довготривалого періоду вирощування першого (50 р.) і другого (34 р.) поколінь яблуневого саду та близьким до нього (лише на 0,19 % меншим) був уміст їх у ґрунті з поля, де сад не вирощувався. Найбільш низьким умістом органічних речовин (на 1,01-1,02 %) відрізнявся неудобрюваний ґрунт із викорчуваного саду.

Нітратним азотом (за даними визначення нітрифікаційної здатності при 14-добовому компостуванні за оптимальних гідротермічних умов) і рухомими сполуками фосфору (за методом Егнера-Рима-Домінго) ґрунт у всіх варіантах був достатньо забезпеченим. А рухомих форм калію (за тим же методом) в угноєному ґрунті з саду було достатньо для яблуні згідно з рівнями, встановленими в результаті багаторічних досліджень. Дещо менше (на 59 мг/кг) його було в ґрунті з поля та найменше (на 84-85 мг/кг менше, ніж в угноєному) в неудобрюваному ґрунті з саду. Реакція ґрунтового середовища найкислішою була в неудобрюваному ґрунті, але загалом вона для яблуні знаходилася в оптимальних межах. Хоча стосовно мікробіологічних процесів у ґрунті, зокрема для нітрифікаційних, вона була кисліша в неудобрюваному ґрунті й менш сприятлива.

Таблиця 3.6

Вміст органічних речовин, елементів живлення та реакція ґрунтового середовища (шар ґрунту 0-30 см) при закладенні вегетаційного досліді

Варіант	Органічні речовини (гумус), %	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH
		мг/кг ґрунту			
Ґрунт із поля (контроль)	2,93	40,3	156	198	5,6
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 400 г на 20 кг	2,10	36,8	119	173	5,3
Неудобрюваний ґрунт із саду з корінням яблуні 800 г на 20 кг	2,11	37,1	120	172	5,2
Удобрюваний гноєм ґрунт із саду з корінням яблуні 426 г на 20 кг	3,12	42,9	193	257	5,5
<i>НІР_{0,01}</i>	<i>0,20</i>	<i>2,6</i>	<i>8</i>	<i>11</i>	<i>0,3</i>

Отже, за вирощування молодих дерев яблуні сорту Чемпіон у перші два роки після садіння однорічних саджанців у ґрунт з розкорчованого яблуневого саду проявилася ґрунтовтома, що зумовлювала послаблення росту їхніх вегетативних органів (особливо діаметра штамба), а також зменшення маси плодів у перший рік плодоношення трирічних яблунь. Але, очевидно, це послаблення не було пов'язане з насиченням ґрунту корінням старих викорчовуваних дерев, як вважають автори відповідних публікацій [181, 182, 189, 241], бо в варіантах з одинарною кількістю коріння в ґрунті (400 г або 2 % від маси ґрунту) і подвійною (800 г - 4 %) істотної різниці в нарощувані маси вегетативних органів і плодів не встановлено. У виробничих умовах у промислових насадженнях за повторного садіння плодкових дерев після викорчування насаджень такого насичення ґрунту корінням старих дерев не буває (маса дрібного коріння, як встановлено дослідженнями з системами удобрення яблуні [184]) становить не більше 2 % від маси ґрунту в шарі 0-40 см. Більш товстіше коріння з ґрунту, як правило, видаляється при розкорчовуванні старих дерев і після нього перед садінням нових. Тому незначні залишки коріння в ґрунті за розміщення нових плодкових насаджень на місці викорчованих старих навряд чи можуть зумовлювати явище ґрунтовтоми. Імовірніше вона зумовлюється іншими причинами, зокрема наявністю в ґрунті токсичних речовин, як залишкових після тривалого систематичного інтенсивного застосування в саду пестицидів для їх захисту від хвороб і шкідників чи втрати ґрунтом інших позитивних властивостей його родючості.

Висновки до розділу 3

1. Найнижча токсичність середовища по відношенню до тест культури (ярої пшениці), у шарі 0–20 і 20-40 см забезпечується в ґрунті, де сад не вирощувався. На ньому найбільша довжина ростків пшениці: 963,7 і 1136,8 мм. Більша токсичність і найменша довжина ростків у варіанті, де повторно вирощувався дворічний сад - 763,8 мм у шарі 0–40 см. Достовірне посилення токсичної дії відбулося в шарах ґрунту 0–20, 20–40 см за 14-річного вирощування насаджень

яблуні та особливо за повторного вирощування молодих насаджень.

2. У вегетаційному досліді встановлено істотне послаблення росту молодих рослин яблуні в перші два роки після садіння однорічних саджанців на неудобрюваному багато років (84 р.) темно-сірому опідзоленому важкосуглинковому ґрунті, перемішаному з викорчуваних дерев корінням (400 і 800 г на 20 кг ґрунту). Але це послаблення не зумовлюється ступенем насичення ґрунту цим залишковим корінням, бо показники росту вегетативних органів і загальна фітомаса трирічних яблунь у відповідних варіантах істотно не відрізняються, хоча в перший рік після садіння (2019) спостерігається тенденція до подальшого послаблення росту зі збільшенням насичення ґрунту корінням викорчуваних старих дерев яблуні.

3. Нейтралізація ґрунтовтоми за удобрення гноєм ВРХ темно-сірого опідзоленого ґрунту відбувалася завдяки збагаченню його органічними речовинами та відповідному підвищенню всіх показників родючості, що сприяє підвищенню біологічної активності ґрунтового середовища й інтенсивнішій нейтралізації різних біотоксичних сполук, які негативно впливають на мінеральне живлення молодих плодкових рослин і на їх ростові процеси та вступ у плодоношення

Матеріали розділу 3 опубліковано та апробовано в працях.

1. Яковенко Р.В. Ґрунтовтома та заходи її послаблення в насадженнях яблуні. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №2. С. .
2. Яковенко Р.В., Мельник О.В. Проти ґрунтовтоми. *Новини садівництва*. 2014. №1. С 19–20 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, написання).
3. Яковенко Р.В., Мельник О.В. Органічна дезінфекція ґрунту. *Новини садівництва*. 2015. №3. С 33 – 34 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, написання).

4. Мельник О.В. Яковенко Р.В. Альтернатива хімічній дезінфекції ґрунту. *Новини садівництва*. 2017. №2. С. 13 – 15 (50 % авторства: аналіз стану проблеми, написання).
5. Яковенко Р.В. Ґрунтовтома в насадженнях яблуні. *Актуальні питання сучасної аграрної науки: матер. III Міжн. наук.-практ. конф.* (м. Умань, 20 листопада 2015р.). Умань, 2015. С. 129.
6. Яковенко Р.В. Моніторинг ґрунту під багаторічними насадженнями. *Матер. Всеукр. наук. конф. молодих учених.* (м. Умань, 6 травня 2015 р.). Умань, 2015. С. 95 – 96.

РОЗДІЛ 4

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

В агрофітоценозі ґрунт виступає основною його складовою частиною, без якого не відбуваються всі життєві процеси рослинного угруповання. Він одночасно є відкритою системою, котра обмінюється з оточуючим середовищем речовинами та енергією й здатна акумулювати в собі величезні запаси енергії у вигляді органічної речовини. Родючість – це основна властивість ґрунту, яка дає рослинам поживні речовини, створює для них певний водний, повітряний і тепловий режими та цим самим забезпечує їх ріст і нарощування біомаси. В природних фітоценозах у складній системі ґрунт – рослина впродовж тривалого часу встановлюється певна рівновага між складовими частинами й тому подібні екосистеми мають велику життєздатність і продуктивність [1, 13, 18, 32, 39].

На відмінну від природних, садові фітоценози для забезпечення високої продуктивності повинні отримувати значну кількість поживних речовин за рахунок внесення добрив, що повинно покривати винос елементів живлення з урожаєм і їх локалізацію в деревині та інших тканинах багаторічних органів. Процес забезпечення дерев необхідними елементами живлення зумовлюється використанням різних сортопідщепних комбінувань і відповідною кількістю дерев на гектарі, що в свою чергу впливає на тривалість вирощування на одному місці плодкових насаджень [14,16, 19].

4.1. Агрохімічні властивості ґрунту

У садівництві підвищення родючості ґрунту та створення оптимальних фонів мінерального живлення плодкових культур є надзвичайно важливим питанням, особливо за умови того, що сади вирощуються на одному місці тривалий час [1, 18, 46].

Кількість нітратного азоту в ґрунті в період активного вегетативного росту

дерев тісно пов'язана з їх реагуванням на удобрення. Тому йому необхідно віддавати перевагу при діагностиці живлення порівняно з іншими показниками азотного режиму ґрунту [515].

Дослідженнями D. Wrona, A. Sadowski [139] підтверджено залежність збільшення вмісту нітратного азоту в ґрунті з травня по липень у насадженнях яблуні. У варіантах з більшою нормою удобрення (100 кг/га азоту) нітратів було більше.

Дані досліджень (табл. 4.1) свідчать, що після 84-річного вирощування яблуневого саду на фонах різних систем удобрення забезпеченість ґрунту нітратним азотом у різні вікові періоди вегетування дерев змінювалася. Найвищим його вміст був у період плодоношення, а найнижчий – у період росту і плодоношення. Це могло бути зумовлено інтенсивним споживанням азоту для формування вегетативних органів дерева й одночасним формуванням врожаю плодів.

У період росту і плодоношення вміст мінерального азоту в неудобрюваному ґрунті був найменшим, а ґрунт у варіантах із унесенням добрив відрізнявся істотно вищими показниками нітрифікаційної здатності на 4,6 та 4,1 мг N–NO₃/кг ґрунту у варіантах з внесенням органічних та органо-мінеральних добрив, але такий вміст все одно менший від оптимального рівня у шарі 0–40 см темно-сірого опідзоленого ґрунту для яблуні (22–25 мг/кг), що встановлено проблемною науково-дослідною лабораторією Уманського НУС [1].

У період плодоношення і росту цей показник азотного живлення був дещо вищим у ґрунті всіх досліджуваних варіантів, особливо де ґрунт довготривало удобрювали гноєм. Перевищення досліджуваного показника у варіантах удобрення порівняно з контролем склало 13–39 %.

У період плодоношення відбулося підвищення вмісту азоту у всіх досліджуваних варіантах, а найвищий показник відмічено у варіанті з внесенням органічного добрива, де перевищення контрольного показника становило 64,2 %. У цьому останньому віковому періоді на ділянках варіантів з удобренням вміст нітратного азоту був дещо вищим від оптимальних рівнів у темно-сірому опідзоленому ґрунті.

**Вміст нітратного азоту (за нітрифікаційною здатністю) в шарі ґрунту 0-40 см
у період повторного вирощування яблуневого саду залежно від
довготривалого удобрення, мг/кг**

Варіант удобрення	Показник у віковий період					
	росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*		плодоношення і росту (1997-2003 рр.)*		плодоношення (2007-2016 рр.)	
	мг/кг, ґрунту	%, до контролю	мг/кг, ґрунту	%, до контролю	мг/кг, ґрунту	%, до контролю
Без удобрення (контроль)	11,3	100	15,1	100	17,6	100
Гній 40 т/га	15,9	141	21,0	139	28,6	163
Гній 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	15,4	136	19,0	126	27,1	154
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	14,4	127	17,1	113	26,2	149
<i>НІР₀₅</i>	0,7	-	0,9	-	1,3	-

Примітка. * За даними Копитка П.Г. [7, 39, 75, 77].

Тривале удобрення яблуневого саду значно вплинуло на вміст у ґрунті рухомих сполук і форм фосфору й калію, про що свідчать дані, наведені в таблиці 4.2. У шарі ґрунту 0-60 см на всіх ділянках дослідів показники вмісту фосфору у всі вікові періоди були високими і значно перевищували оптимальні (70-100 мг/кг ґрунту) для яблуні рівні. Це, очевидно, в певній мірі зумовлювалось високим природним забезпеченням темно-сірого опідзоленого ґрунту рухомими сполуками фосфору. При цьому на удобрюваних ділянках вміст рухомих фосфатів був суттєво вищим від контрольного в період росту і плодоношення (на 56-62 %) та плодоношення (на 67-90 %). Найнижчий вміст рухомих форм фосфору у ґрунті був у період плодоношення і росту, а перевищення контрольного варіанту сягало рівня 19-26 %.

Таблиця 4.2

Вміст рухомих сполук і форм фосфору та калію в шарі ґрунту 0-60 см у період повторного вирощування яблуневого саду залежно від довготривалого удобрення, мг/кг

Варіант удобрення	Показник у віковий період											
	росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*				плодоношення і росту (1997-2003 рр.)*				плодоношення (2007-2016 рр.)			
	P ₂ O ₅		K ₂ O		P ₂ O ₅		K ₂ O		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	мг/кг, ґрунту	%, до контр.	мг/кг, ґрунту	%, до контр.	мг/кг, ґрунту	%, до контр.	мг/кг, ґрунту	%, до контр.	мг/кг, ґрунту	%, до контр.	мг/кг, ґрунту	%, до контр.
Без удобрення (контроль)	153	100	264	100	138	100	265	100	124	100	210	100
Гній 40 т/га	248	162	312	118	164	119	286	108	229	185	270	129
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	239	156	329	125	169	123	290	109	236	190	265	126
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	238	156	300	114	174	126	282	106	207	167	261	124
<i>НІР₀₅</i>	<i>11</i>	-	<i>15</i>	-	<i>8</i>	-	<i>12</i>	-	<i>14</i>	-	<i>13</i>	-

Примітка. * За даними Копитка П.Г. [7, 39, 75, 77].

Це могло бути зумовлено тим, що вміст рухомих фосфатів у значній мірі залежить від вологості ґрунту, а не тільки від споживання їх рослиною. Це підтверджується дослідженнями проблемної науково-дослідної лабораторії з оптимізації родючості ґрунту в плодючих насадженнях [1].

Вміст калію знаходився в оптимальних (230–280 мг/кг ґрунту) межах для яблуні в темно-сірому ґрунті за виключенням контрольного варіанта в період плодоношення, коли він був меншим оптимуму. Серед досліджуваних систем удобрення, в період росту і плодоношення та плодоношення і росту, найбільший вміст рухомого калію відмічено у варіанті гній 20 т/га+N₆₀P₆₀K₆₀. Він був істотно вищим порівняно з контрольним. У період плодоношення в ґрунті всіх варіантів удобрення спостерігається зменшення вмісту калію, що зумовлено більшою врожайністю насадження і відповідно більшим споживанням деревами цього елемента. Серед досліджуваних систем найвищий вміст рухомих форм калію забезпечила органічна система (40 т/га гною ВРХ через рік), де він був істотно вищим від контрольного в неудолюб'юваному ґрунті, перевищуючи його на 29 %.

У досліді з вивченням оптимізованого удобрення насадження груші досліджувані різні варіанти удобрення не однаково впливали на вміст основних макроелементів мінерального живлення у кореневмісному шарі ґрунту (табл. 4.3). У період росту і плодоношення (2010–2012 рр.) найбільше доступних для живлення молодих дерев груші сполук азоту й фосфору та форм калію було за щорічного внесення рекомендованої норми добрив N₉₀P₆₀K₉₀, де їхній вміст перевищував відповідні показники на контрольних неудолюб'юваних ділянках та в варіантах з оптимізованим удобренням. У період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) спостерігалось підвищення вмісту макроелементів у ґрунті на ділянках досліджуваних варіантів. Відмічалось підвищення вмісту нітратного азоту в варіантах з внесенням повного мінерального добрива (N₉₀P₆₀K₉₀ і Фон + N₃₀P₃₀K₃₀) порівняно з контролем, відповідно, на 57,8 та 38,7 %. Вміст рухомих сполук фосфору та форм калію в досліджуваних варіантах удобрення був у межах і вище оптимальних рівнів, а найбільший вміст спостерігався на ділянках контролю, де

Таблиця 4.3

Вміст рухомих сполук і форм азоту, фосфору та калію в кореневмісному шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту за різного удобрення груші, мг/кг

Варіанти удобрення	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
	в шарі 0–40 см	в шарі 0–60 см		в шарі 0–40 см	в шарі 0–60 см	
середнє за 2010-2012 рр.			середнє за 2013-2019 рр.			
Без удобрення (контроль)	21,1	80,6	216,0	22,5	108,6	200,3
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	24,2	87,7	275,7	35,5	123,2	310,7
Розраховані норми добрив (фон)	22,5	83,5	243,3	25,2	92,0	259,2
Фон + N ₃₀	23,2	83,2	253,7	30,4	91,6	263,0
Фон + N ₃₀ K ₃₀	22,5	83,5	255,0	30,7	96,8	265,3
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	22,8	84,2	255,2	31,2	117,1	266,1
<i>НІР</i> ₀₅	1,0	4,2	12,7	1,5	4,2	12,6

щорічно вносилися добрива у розрахунку 60 і 90 кг/га д.р. За оптимізованого фону вміст був на нижній межі оптимального забезпечення цими елементами (P_2O_5 і K_2O).

У результаті проведених досліджень встановлено, що в середньому за роки досліджень при удобренні розраховуваними за показниками агрохімічних аналізів ґрунту нормами азоту і калію вміст $N-NO_3$ (за нітрифікаційною здатністю ґрунту) і K_2O підтримувався в межах оптимальних рівнів (для яблуні) упродовж усього десятирічного періоду досліджень. Додаткове внесення добрив до фонового удобрення сприяло підвищенню вмісту $N-NO_3$ і K_2O , відповідно, на 2,7–3,1 і 7,8–8,4 мг/кг ґрунту, а вмісту P_2O_5 помітніше – на 17,2 мг/кг ґрунту. Ці відмінності, відповідно, зумовлювались більшими потребами груші в живленні азотом і калієм, тому менше їх залишалося в ґрунті, а використовувалося деревами. Внесені з добривами сполуки фосфору за меншого використання рослинами більше поповнювали ґрунтові запаси фосфатів.

Агрохімічні показники ґрунту в досліді з ґрунтовим удобренням і позакореневим підживленням у середньому за 2010–2018 рр. дещо змінювалися (табл.4.4). Спостерігається збільшення вмісту показників нітрифікаційної здатності ґрунту на 2,1 мг $N-NO_3$ /кг ґрунту від показників контрольного варіанта, за оптимізованого ґрунтового живлення, де доводили вміст $N-NO_3$ в ґрунті до оптимального внесенням азотних добрив. Вміст рухомих форм фосфору в ґрунті був у оптимальних межах у всіх досліджуваних варіантах. Характеризуючи показники вмісту рухомих форм калію можна констатувати його збільшення у варіанті ґрунтового удобрення з доведенням до оптимального вмісту в ґрунті внесенням калійних добрив порівняно з контролем. Слід зауважити, що вміст цього елемента у період росту і плодоношення був вищим порівняно з періодом плодоношення та росту, що пояснюється активним використанням його деревами при нарощуванні врожайності (додаток А.2).

У наукових джерелах з питань удобрення багаторічних насаджень є неоднозначні погляди на зміну в ґрунті вмісту гумусу під впливом добрив. У дослідях С.С. Рубіна [40], А.К. Кондакова [190], В.С. Цирти [107], показаний позитивний вплив мінеральних добрив на підвищення вмісту гумусу в ґрунті саду.

Тоді, як Н.Д. Співаковський [383], А.О. Красноштан [80], В.В. Манзій [110], А.П. Бутило [72] та ін. вказують на зменшення вмісту гумусу у дослідях з удобренням мінеральними добривами плодкових насаджень. Тому, вивчення цього питання було покладено у завдання досліджень при вивченні різних систем довготривалого удобрення насаджень яблуні та оптимізованого удобрення дерев груші.

Таблиця 4.4

Вміст рухомих сполук і форм азоту, фосфору та калію в кореневмісному шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту за ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення груші, середнє за 2010–2018 рр., мг/кг

Ґрунтове удобрення	Позакореневе підживлення	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
		в шарі 0–40 см	в шарі 0–60 см	
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	21,6	94,4	207,8
	Карбамід 0,5 %	21,5	94,1	208,7
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 3%	21,5	94,1	208,6
Розраховувана норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	23,7	86,3	235,7
	Карбамід 0,5 %	23,6	86,2	236,4
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 3%	23,5	85,9	236,9
<i>HIP₀₅</i>		<i>1,7</i>	<i>6,4</i>	<i>17,3</i>

Наявність гумусу в ґрунті вважається важливим показником його родючості, від якого залежать всі інші властивості ґрунту, що характеризують рівень оптимального забезпечення кореневого живлення плодкових дерев. Оптимальний вміст гумусу для насаджень яблуні і груші на різних ґрунтах знаходиться у межах

1,5–4,5 % [1, 16, 177].

У довготривалому досліді з різними системами удобрення встановлено, що за парового утримання ґрунту в саду процеси мінералізації органічних речовин у ньому переважають над процесами їх гуміфікації та для підтримання достатнього рівня гумусованості ґрунтового середовища потрібно систематично поповнювати його органічними речовинами внесенням відповідних добрив [1]. Це підтверджується результатами дослідження динаміки гумусу, представленими на рис. 4.1.

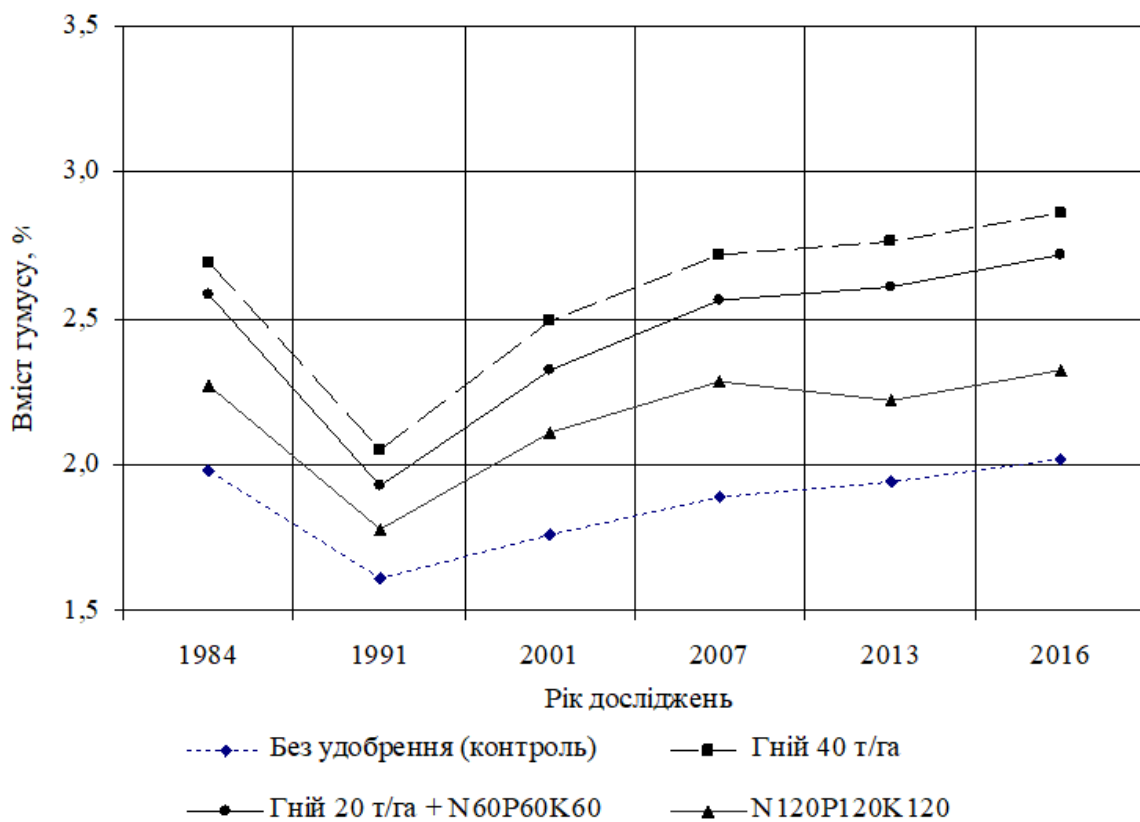


Рис. 4.1 Динаміка вмісту гумусу в шарі ґрунту 0 – 60 см впродовж повторного вирощування яблуневого саду (1984 – 2016 рр.) за довготривалого удобрення, %
Дані вмісту гумусу в ґрунті з 1984 по 2001 рр. отримано Копитком П.Г. і Геркіял З.В. [1, 36, 103].

Вони показують, що у повторно вирощуваному саду в початковий період росту вирощуваних молодих дерев яблуні, коли ґрунт у міжряддях систематично оброблявся, а в нього від рослин поступало ще надто мало органічних речовин, вміст гумусу в кореневмісному шарі 0–60 см до 1991 року знизився на 0,37 % у

неудобрюваному ґрунті і на 0,49–0,65 % – в удобрюваному, а пізніше до 2007 року підвищувався, після чого до 2016 р. встановилась відносна рівновага гумусованості ґрунту й підвищення вмісту гумусу помітно сповільнювалося. Він був на найвищому рівні за органічної системи удобрення (2,72–2,86 %) і дещо нижчому – за органо-мінеральної (2,56–2,72 %) та значно нижчому – за мінеральної системи (2,28–2,32 %). Найнижчий рівень гумусованості ґрунту в усі роки досліджень був на контрольних неодобрюваних ділянках. Найбільшої величини він досягав у 2016 році – 2,02 %, тобто впродовж усього 84-річного періоду досліджень був нижчий від початкового в 1931 році [36] перед закладанням першого покоління яблуневого дослідного саду.

Вміст органічної речовини в насадженні груші під впливом оптимізованого удобрення впродовж десятирічного періоду вирощування також помітно змінювався (рис. 4.2).

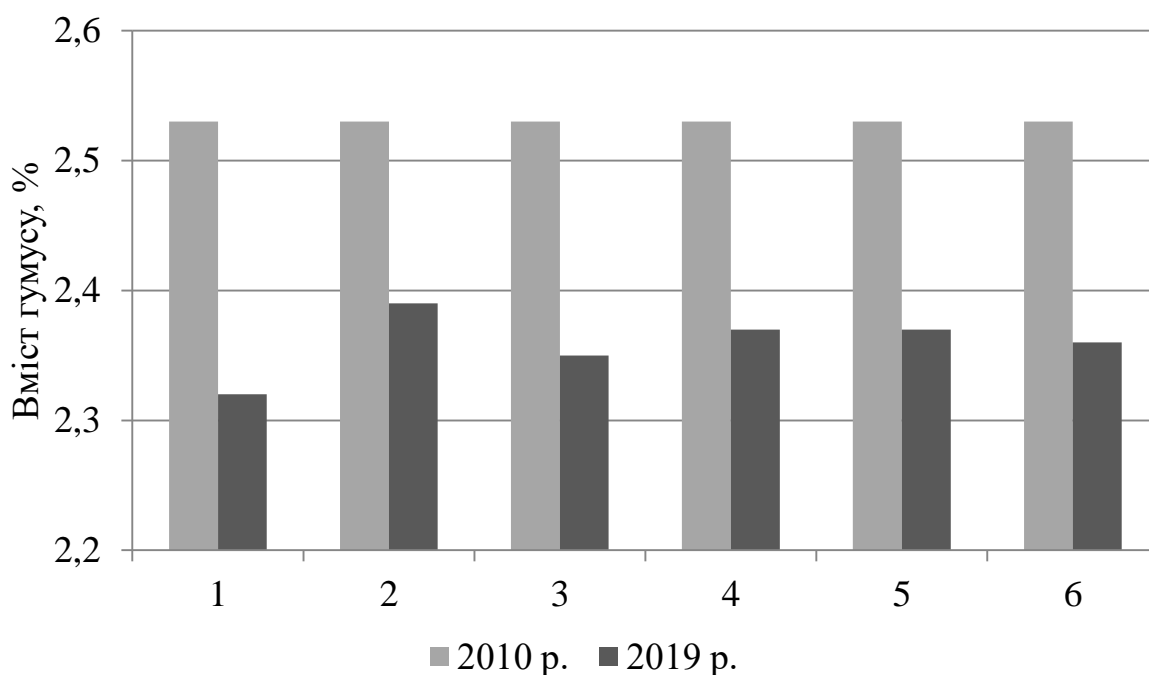


Рис. 4.2 Динаміка зміни вмісту гумусу в шарі ґрунту 0-60 см у насадженнях груші за оптимізованого удобрення: 1. Без удобрення (контроль); 2. N₉₀P₆₀K₉₀ (виробничий контроль); 3. Розраховані норми добрив (фон); 4. Фон + N₃₀; 5. Фон + N₃₀K₃₀; 6. Фон + N₃₀P₃₀K₃₀ (2010 р. - $HIP_{05} = F_{теор.} > F_{факт.}$; 2019 р. - $HIP_{05} = 0,07$)

При закладанні досліджуваного його вміст у ґрунті був на рівні 2,53 %. Під час проведення досліджень (2010-2019 рр.) відбулося зниження цього показника в усіх досліджуваних варіантах. Найбільше зменшення гумусу в шарі ґрунту 0-60 см відбулося на неудобрюваних ділянках контрольного варіанту (на 0,21 % порівняно з початковим вмістом). На цей процес значною мірою впливало утримання ґрунту в саду під чистим паром. Дещо менше, але всерівно інтенсивне зниження органічної речовини в ґрунті було за доведення до оптимального рівня елементів живлення, а також внесення додатково 30 кг/га д.р азоту (в межах 0,16–0,18 %). У варіанті, де вносили більшу дозу азоту (N_{90}) зменшення гумусу було значно меншим (на 0,14 %), хоча істотним порівняно з абсолютним контролем. Збільшення азотного живлення зумовлювало розростання дерев і відповідно утворення більшого габітусу крони, що сприяло значному поступленню в ґрунт органічних речовин від рослинного опаду листя та відмерлого коріння. Хоча процеси мінералізації все рівно переважали над гуміфікацією. Цю закономірність у своїх дослідженнях відмічали ряд дослідників [84, 110, 111].

Застосування добрив у плодкових насадженнях значно впливає на фізико-хімічні властивості ґрунту, що в свою чергу визначає ефективність застосовуваного агрозаходу. На засвоєння елементів живлення плодівим деревом і відповідно на продуктивність насаджень значно впливає реакція ґрунтового розчину (рН). Оптимальним показником pH_{KCl} для насаджень яблуні і груші вирощуваних на темно-сірому опідзоленому ґрунті є рівень у межах 5,3–6,0 [1, 336, 365].

За тривалого 84-річного удобрення насаджень яблуні помітно змінилася активна кислотність кореневмісного шару ґрунту 0–60 см. Зі збільшенням кислотності на ділянках контрольного варіанту та з внесенням органічних чи органічних і мінеральних добрив відповідно на 0,16, 0,41 й 0,21 од. pH_{KCl} , тоді як внесення лише мінеральних добрив зумовило підкислення ґрунту на 0,02 од. pH_{KCl} (табл. 4.4).

Застосування різних систем удобрення яблуневого саду впродовж 84-річного періоду сприяло зміні суми вбирних основ у всіх варіантах. Порівнюючи з 50-річними даними (табл. 4.5) у шарі ґрунту 0 - 60 см найбільше зниження суми

вбирних основ відбулося за внесення повторного мінерального добрива на 3,14 мг-екв./100г ґрунту тоді, як у шарі 0-100 см – у контрольному варіанті (без удобрення) на 3,57 мг-екв./100г ґрунту. За внесення органічних добрив досліджуваний показник був найвищим після 50-і 85-річного вирощування та спостерігалось найменше його зниження.

Таблиця 4.4

Вплив довготривалого застосування різних систем удобрення насаджень яблуні на зміну кислотності ґрунту (pH_{KCl}) за повторної культури

Варіант удобрення	Шар ґрунту, см	50-річне застосування *	85-річне застосування	Різниця зміни +, -
Без удобрення (контроль)	0-60	5,16	5,32	+0,16
	60-100	5,68	5,65	-0,03
Гній 40т/га	0-60	5,50	5,91	+0,41
	60-100	5,94	5,84	-0,10
Гній 20т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	0-60	5,46	5,67	+0,21
	60-100	5,89	5,74	-0,15
$N_{120}P_{120}K_{120}$	0-60	5,12	5,10	-0,02
	60-100	5,63	5,48	-0,15
HIP_{05}	0-60	$F_{теор.} > F_{факт}$	0,20	-
	60-100	$F_{теор.} > F_{факт}$	0,22	-

Примітка. * За даними Копитка П.Г. [19]

Ряд дослідників [80, 83, 107, 516, 517] стверджують, що на вилугуваних і опідзолених ґрунтах під впливом мінеральних добрив відбувається значне зменшення насиченості ґрунту вбирними основами і підвищення кислотності. Подібна тенденція спостерігається і в наших дослідженнях де тривале (10-річне) застосування мінеральних добрив у саду певною мірою вплинуло і на кислотність ґрунту (табл. 4.6). Підвищення кислотності ґрунтового середовища відбулося у всіх досліджуваних варіантах у шарі ґрунту 0 - 60 см. Найбільшим воно було у

варіанті виробничого контролю ($N_{90}P_{60}K_{90}$) на 0,6 %. Спостерігається також тенденція до підвищення кислотності на контролі, де добрива не вносилися, що, очевидно, пов'язано з впливом на ґрунтове середовище деревної рослинності.

Таблиця 4.5

Вплив довготривалого застосування різних систем удобрення насаджень яблуні на зміну суми вбирних основ за повторної культури, мг-екв./100г ґрунту

Варіант удобрення	Шар ґрунту	50-річне застосування *	85-річне застосування	Різниця зміни +, -
Без удобрення (контроль)	0-60	23,90	21,67	-2,23
	60-100	26,00	22,43	-3,57
Гній 40т/га	0-60	25,47	23,58	-1,89
	60-100	26,10	24,86	-1,24
Гній 20т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$	0-60	24,40	22,65	-1,75
	60-100	26,05	23,44	-2,61
$N_{120}P_{120}K_{120}$	0-60	22,17	19,03	-3,14
	60-100	24,80	22,10	-2,70
HIP_{05}	0-60	$F_{теор.} > F_{факт}$	0,78	-
	60-100	$F_{теор.} > F_{факт}$	0,92	-

Примітка. * За даними Копитка П.Г. [19]

Як видно з наведених даних (табл. 4.7.) відбулося деяке зниження суми вбирних основ у всіх варіантах, в тому числі в контрольному, де добрива не вносилися. Проте, процес зниження цього показника ґрунту найбільшою мірою відбувся в варіанті $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль) і Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$ де в шарі ґрунту 0 - 60 см він відповідно складав 11, 1 та 9,7 % від попереднього стану. Найменше зниження суми вбирних основ спостерігалось у варіанті Розраховані норми добрив (фон) – 6,6 %, а також майже на таку величину в контрольному неудобрюваному ґрунті, де воно не відрізнялося істотно.

Таблиця 4.6

**Зміни рН_{KCl} ґрунтового розчину в шарі ґрунту 0-60 см за удобрення
насадження груші 2007 року садіння**

Варіант	рН _{KCl}		Різниця зміни +, -	
	2010 р.	2019 р.	пункти	%
Без удобрення (контроль)	6,5	6,4	-0,1	1,6
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	6,5	5,9	-0,6	9,2
Розраховані норми добрив (фон)	6,5	6,3	-0,2	3,1
Фон + N ₃₀	6,5	6,2	-0,3	4,6
Фон + N ₃₀ K ₃₀	6,5	6,1	-0,4	6,2
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6,5	6,1	-0,4	6,2
<i>HIP</i> ₀₅	$F_{теор.} > F_{факт}$	0,3	-	-

Таблиця 4.7

**Зміни суми вбирних основ у шарі ґрунту за удобрення насадження груші
2007 року садіння в шарі 0-60 см, мг.екв/100 г ґрунту**

Варіант удобрення	2010 р.	2019 р.	Різниця зміни +, -
Без удобрення (контроль)	26,37	24,61	1,76
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	26,37	23,74	2,63
Розраховані норми добрив (фон)	26,37	24,75	1,62
Фон + N ₃₀	26,37	24,51	1,86
Фон + N ₃₀ K ₃₀	26,37	24,38	1,99
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	26,37	24,05	2,32
<i>HIP</i> ₀₅	$F_{теор.} > F_{факт}$	0,81	-

Отже, тривале застосування лише мінеральних добрив у насадженні груші

зумовлювало зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту, особливо таких його показників, як насиченість основами і концентрація водневих іонів.

4.2. Фізичні властивості ґрунту

Серед агрофізичних властивостей ґрунту важливе значення має об'ємна маса, як показник його щільності. Попередніми дослідженнями проблемної науково-дослідної лабораторії з оптимізації родючості в плодючих насадженнях встановлено, що для дерев яблуні оптимальна щільність (об'ємна маса) темно-сірого опідзоленого ґрунту знаходиться в межах 1,0–1,3 г/дм³. Як видно з рисунка 4.3. щільність ґрунту у різні вікові періоди повторного вирощування насадження яблуні значно змінювалася, особливо у варіантах досліду без удобрення (контроль) та N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀, де чітко проявляється ущільнення ґрунту впродовж 32 років вирощування. У варіантах, де вносили органічні та органо-мінеральні добрива, спостерігається зниження щільності ґрунту порівняно з контролем відповідно на 13,7 і 11,5 %. Дані показники знаходилися в оптимальних межах.

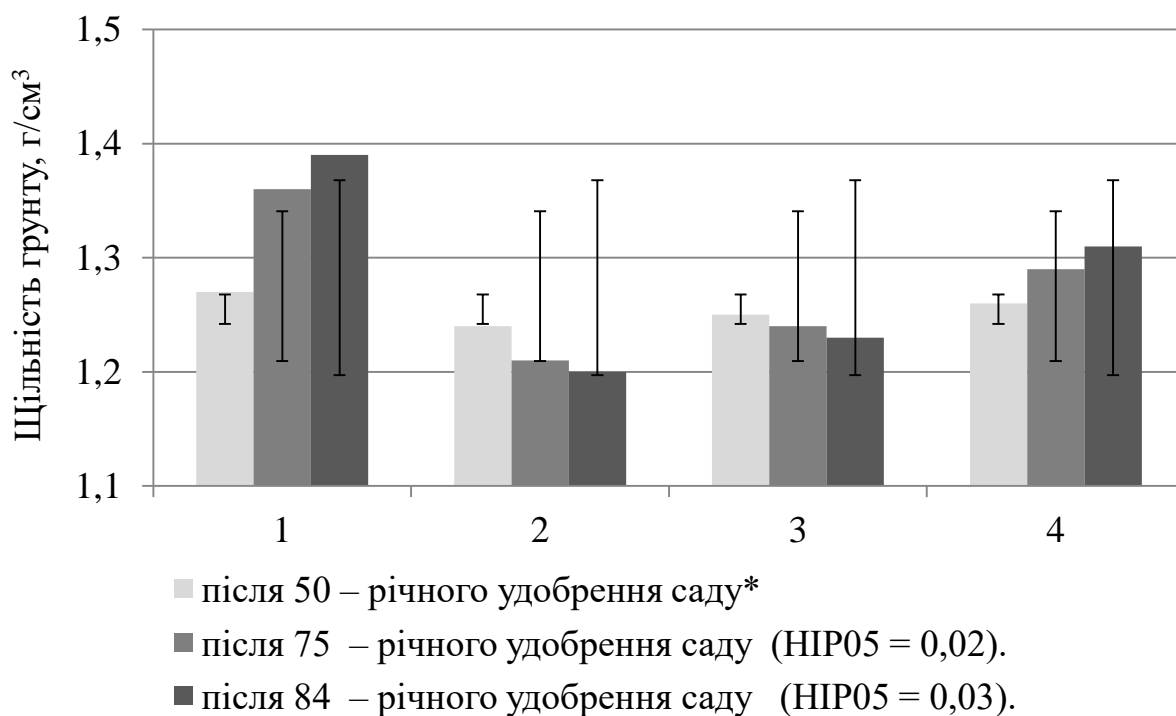


Рис. 4.3 Щільність ґрунту в шарі 0–60 см впродовж двох періодів вирощування насадження яблуні за довготривалого удобрення саду: 1 – Без удобрення (контроль); 2 – Гній 40 т/га; 3 – Гній 20 т/га + N₆₀ P₆₀ K₆₀; 4 – N₁₂₀ P₁₂₀ K₁₂₀.

Примітка.* За даними Копитка П.Г. [19]

Вологозабезпечення ґрунту за роки вирощування насаджень яблуні і проведених досліджень залежало від погодних умов, систем удобрення та інших факторів, які впливали на фізичні, зокрема водно-фізичні, та агрохімічні властивості ґрунту. Наведені в таблиці 4.8. і додатку А.3 показники багаторічних досліджень вмісту в метровому шарі ґрунту доступної для живлення плодкових дерев запасів ґрунтової вологи свідчать, що зі збільшенням віку насадження запаси доступної вологи різко зменшуються. Якщо в молодих насадженнях 1990–1996 рр. (період росту і плодоношення) на ділянках контрольного варіанта (без удобрення) запас води у шарі 0–100 см складав 260,7 мм, тоді в 1997–2003 рр. (період плодоношення і росту) – 229,2, а у 2007–2016 рр. (період плодоношення) коли насадження були найпродуктивніші, запаси склали 156,7 мм, що на 104,0 мм (66 %) менше ніж у 1991 році.

Таблиця 4.8

Запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту залежно від довготривалого удобрення яблуневого саду, мм

Варіант удобрення	Показник у віковий період			Зменшення запасів вологи з 1990 по 2016 рр.	
	росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*	плодоношення (2007–2016 рр.)		
				мм	%
Без удобрення (контроль)	260,7	229,2	156,7	104,0	66,4
Гній 40 т/га	252,5	246,2	178,5	74,0	41,5
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	257,0	236,3	178,3	78,7	44,1
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	254,5	230,8	169,2	85,3	50,4
<i>НІР</i> ₀₅	11,5	10,6	5,7	-	-

Примітка.* За даними Копитка П.Г.

Застосування добрив тривалий період сприяло зменшенню запасів доступної

вологи в усіх досліджуваних варіантах, особливо, в варіанті $N_{120}P_{120}K_{120}$ 50 % і в дещо меншій мірі за внесення органічних і органо-мінеральних добрив відповідно 42 й 44 %. Це можна пояснити тим, що в саду зросли затрати дерев на транспірацію, на ріст пагонів, листя, плодів. Також, при випаданні опадів значна частина води залишалася на деревах, не доходячи до ґрунту і швидко випаровувалася. Поряд з тим, застосування лише мінеральних добрив, або не застосування їх взагалі негативно впливало на фізичні властивості ґрунту, що негативно впливало на накопичення вологи під садом.

Отже, на фонах вищої родючості ґрунту за органічної та органо-мінеральної систем удобрення запаси доступної вологи були дещо більші в метровому шарі ґрунту при тому, що водоспоживання дослідними деревами в цих варіантах, очевидно, теж було більшим за формування ряснішого врожаю плодів.

У досліді з вивчення оптимізованого удобрення груші запаси доступної вологи в кореневмісному шарі 0-60 см впродовж років вирощування значно змінювалися (табл. 4.9). Серед досліджуваних варіантів на початку закладання досліді найбільші запаси відмічено у виробничому контролі 249,1 мм. Після тривалого застосування різних варіантів удобрення відбулися зміни в накопиченні доступної вологи у ґрунті, що пояснюється тими ж факторами, які описані вище у досліді з довготривалим удобренням яблуні. Стосовно зменшення запасів вологи у ґрунті можна відмітити, що у варіанті Фон + $N_{30}K_{30}$ впродовж десятирічного періоду відбулося найменше зменшення вологи на 31 % порівняно з 2010–2012 рр. тоді, як у виробничому контролі - найбільше 37 %.

Таким чином, в садовому агроценозі крім дії метеорологічних та антропогенних чинників на ріст і продуктивність насаджень можуть впливати й чинник взаємодії таких систем як ґрунт та самі дерева. У результаті напруженості, дії всіх чинників можуть зростати, а серед них може бути один або кілька лімітуючими, які й стануть визначальними для ростових і формоутворювальних процесів дерев. Тому і ставиться питання виявити й нейтралізувати їх негативну дію на плодіві дерева.

**Запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0-60 см залежно від удобрення
насадження груші, мм**

Варіант удобрення	Показник у віковий період		Зменшення запасів вологи з 2010 по 2019 рр.	
	росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2019 рр.)		
	Без удобрення (контроль)	249,1	165,3	83,8
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	230,8	169,1	61,7	36,5
Розраховані норми добрив (фон)	228,4	170,5	57,9	34,0
Фон + N ₃₀	218,6	167,0	51,6	30,9
Фон + N ₃₀ K ₃₀	220,1	168,4	51,7	30,7
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	228,0	171,8	56,2	32,7
<i>НІР₀₅</i>	<i>11,7</i>	<i>7,5</i>	-	-

4.3. Біологічні властивості ґрунту

Відносний рівень ферментативної активності ґрунтів діагностує інтенсивність і спрямованість ґрунтоутворювальних процесів як у природних умовах, так і при різних антропогенних впливах на ґрунт. Для діагностики стану ґрунту та процесів, що відбуваються в ньому, необхідно знати його біологічну активність. Вона може бути визначена через якийсь загальний процес, здійснюваний усіма мікроорганізмами або навіть всієї ґрунтової біоти, інтенсивність якого можна виміряти безпосередньо в природних умовах. Таким інтегральним показником біологічної активності є інтенсивність виділення CO₂ (ґрунтове «дихання»).

У багатьох дослідженнях [518–521] сумісне застосування органічних і мінеральних добрив за своєю ефективністю не поступається внесенню лише органічних добрив, хоча у ґрунт потрапляло елементів живлення така ж кількість або менша ніж із гноєм. При цьому вміст гумусу в ґрунті за органічної системи удобрення підвищувався значніше, ніж за органо-мінеральної. Це може бути зумовлене не однаковою біологічною активністю ґрунту в різних варіантах удобрення. При систематичному сумісному внесенні органічних і мінеральних добрив активність більша, ніж при внесенні лише органічних добрив. За таких умов відбувається посилення процесів мінералізації органічної речовин, відбувається вивільнення більше доступних для рослини мінеральних форм елементів живлення, інтенсивне і швидше відбувається нейтралізація шкідливої дії токсичних речовин, які поступають у ґрунт при застосуванні засобів захисту саду та за повторного вирощування насаджень на тому ж самому місці. Про важливість високої біологічної активності ґрунту по відношенню до наведених процесів вказано в роботах [522–526].

Біологічна активність ґрунту була найвища там, де він найбільш насичений корінням дерев та містить більше органічної речовини, що зумовлювалося диханням кореневої системи та інтенсивнішою життєдіяльністю ґрунтової мікрофлори і фауни. В різні вікові періоди росту і плодоношення дерев яблуні інтенсивність дихання на ділянках досліджуваних варіантів значно відрізнялася (табл. 4.10). У період росту і плодоношення в літні місяці більше виділялось вуглекислого газу з удобрюваного ґрунту. При цьому в червні найбільше від контрольних відрізнялись показники біологічної активності за органічної та органо-мінеральної систем удобрення, де збільшення виділеного з ґрунту CO_2 становило відповідно 34,7 і 29,5 мг/м^2 за годину. Варіанти мінеральної системи також позитивно впливали на цей показник і забезпечували істотне збільшення виділення вуглекислого газу з ґрунту порівняно з контролем.

У серпні спостерігалось збільшення продукування вуглекислого газу порівняно з попереднім періодом, а закономірність ефективної дії систем удобрення була аналогічна з червневим періодом (істотне збільшення показника до контролю на 39,2 і

30,1 мг/м² на фонах органічної та органо-мінеральної систем відповідно).

Таблиця 4.10

Виділення CO₂ з поверхні темно-сірого опідзоленого ґрунту в насадженні яблуні за різних систем удобрення, мг/м² за 1 год

Варіант удобрення	Показник у віковий період					
	росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*		плодоношення і росту (1997-2003 рр.)*		плодоношення (2007-2016 рр.)	
	Червень	Серпень	Червень	Серпень	Червень	Серпень
Без удобрення (контроль)	112,4	168,3	135,8	184,1	145,0	150,7
Гній 40 т/га	147,1	207,5	186,2	230,1	176,8	189,7
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	141,9	198,4	158,9	226,4	168,8	181,9
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	135,6	174,1	166,1	202,2	159,0	169,5
<i>НІР₀₅</i>	<i>10,6</i>	<i>17,2</i>	<i>11,7</i>	<i>20,0</i>	<i>13,5</i>	<i>18,8</i>

Примітка. * За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту відбулося підвищення інтенсивності виділення CO₂ з поверхні темно-сірого опідзоленого ґрунту в усіх досліджуваних варіантах. Вплив добрив на цей показник був подібним до його зміни у період росту і плодоношення.

Характеризуючи найбільш продуктивний період плодоношення можна відмітити, що в червні місяці інтенсивність дихання ґрунту зменшилася, порівняно з попереднім періодом по всіх варіантах, за виключенням контрольного варіанта (без удобрення). У серпні місяці інтенсивність видалення CO₂ була також нижчою а серед варіантів внесення органічних і органо-мінеральних добрив сприяло підвищення дихання ґрунту на 39,0 і 31,2 мг/м² за 1 год при НІР₀₅ = 18,8.

У досліді в насадженні груші в середньому за роки досліджень найбільше виділення вуглекислого газу з ґрунту відбувалося у липні місяці, а найменше у червні, що пояснюється найбільшою біологічною активністю у середині літа (табл. 4.11). Серед досліджуваних варіантів впродовж періоду вегетації найбільш інтенсивно виділявся CO₂ з кореневмісного шару ґрунту на ділянках варіантів

Фон + N₃₀P₃₀K₃₀ і N₉₀P₆₀K₉₀, що пояснюється впливом підвищення доз добрив на виділення вуглекислоти за парового утримання ґрунту в насадженнях. Відмічено істотні зміни порівняно з абсолютним контролем.

Таблиця 4.11.

Видалення CO₂ з поверхні темно-сірого опідзоленого ґрунту в насадженні груші залежно від варіантів удобрення (2012-2018 рр.), мг/м² за 1 год

Варіанти удобрення	Червень	Липень	Серпень
Без удобрення (контроль)	198,0	231,3	216,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	219,8	250,4	237,4
Розраховані норми добрив (фон)	210,4	249,2	232,8
Фон + N ₃₀	212,8	248,9	233,2
Фон + N ₃₀ K ₃₀	215,3	249,4	234,9
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	217,1	252,8	235,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>14,1</i>	<i>18,4</i>	<i>16,9</i>

Висновки до розділу 4

1. Органічна та органо-мінеральна системи удобрення забезпечують вищий вміст гумусу у шарі ґрунту 0 – 60 см під 32-річним повторно вирощуваним насадженням яблуні порівняно з варіантами без удобрення та з унесенням лише мінеральних добрив, відповідно, на 0,82 і 0,66 та 0,49 і 0,33 %. Впродовж усього 85-річного періоду досліджень вміст гумусу в неудобрюваному ґрунті контрольного варіанту був нижчий від початкового (в 1931 році) перед закладанням першого дослідного саду.

2. Довготривале застосування органічної системи удобрення забезпечує формування оптимальної родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту (поліпшення реакції ґрунтового розчину рН_{KCl} 5,91 та збільшення вмісту основних макроелементів мінерального живлення плодкових дерев яблуні: N-NO₃ до 28,6,

P_2O_5 до 229, K_2O до 270 мг/кг ґрунту), а також поповнення його мікроелементами, що вносяться з органічним добривом. Близькі параметри показників родючості ґрунту формуються і за орґано-мінеральної системи удобрення при систематичному довготривалому внесенні половинних норм органічного та мінеральних добрив.

3. У насадженні груші вміст гумусу в шарі ґрунту 0–60 см за десятирічний період досліджень найбільше зменшився на неудобрюваних ділянках контрольного варіанту (на 0,21 % порівняно з початковим вмістом). На цей процес значною мірою впливало утримання ґрунту в саду під чистим паром. За внесення більшої дози азоту (N_{90}) зменшення гумусу було значно меншим (на 0,14 %), хоча істотним порівняно з абсолютним контролем. Відбулося підвищення кислотності (pH_{KCl}) ґрунту за внесення мінеральних добрив у шарі ґрунту 0–60 см. Найбільшим воно було у варіанті зі щорічним удобренням $N_{90}P_{60}K_{90}$.

4. При удобренні груші розраховуваними за показниками агрохімічних аналізів ґрунту нормами азоту і калію вміст $N-NO_3$ (за нітрифікаційною здатністю) і рухомих форм калію (K_2O) підтримується в межах оптимальних рівнів. Додаткове внесення добрив до фонового удобрення сприяло незначному підвищенню вмісту $N-NO_3$ і K_2O , відповідно, на 2,7–3,1 і 7,8–8,4 мг/кг, а вмісту P_2O_5 помітніше – на 17,8 мг/кг ґрунту. Це зумовлено більшими потребами груші в живленні азотом і калієм. Внесені з добривами сполуки фосфору за меншого використання рослинами більше поповнювали ґрунтові запаси фосфатів.

Оскільки найвищу продуктивність дерев груші забезпечували вищі показники вмісту $N-NO_3$ і K_2O за додаткового внесення азотних і калійних добрив до фонового удобрення розраховуваними нормами (оптимальними для яблуні $N-NO_3$ – 22–25, K_2O – 230–280 мг/кг ґрунту) то рівні вмісту азоту та калію для груші повинні бути дещо вищими на темно-сірому опідзоленому ґрунті: $N-NO_3$ – 25–30 мг/кг і K_2O – 260–300 мг/кг ґрунту.

5. Щільність ґрунту у повторно вирощуваному насадженні яблуні (впродовж 35 років) змінювалася, особливо у варіантах досліду без удобрення (контроль) та $N_{120}P_{120}K_{120}$, де чітко проявляється ущільнення ґрунту. У варіантах із унесенням

органічного та органо-мінеральних добрив чітко видно зменшення щільності ґрунту й знаходження її показників у межах оптимального рівня.

Матеріали розділу 4 опубліковано та апробовано в працях.

1. Копитко П.Г., Яковенко Р.В., Петришина І.П. Дослідження з оптимізації мінерального живлення в насадженні груші. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2013. № 83. С. 106–111 (35 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

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

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

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

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

6. Копитко П.Г., Яковенко Р.В., Петришина І.П. Поповнення органічними речовинами і гумусованість ґрунту в яблуневих садах за різного удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2021. № 99. С. (30 % авторства: аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

7. Kopytko P., Karpenko V., Yakovenko 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. (45 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

8. 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*. 2020. Vol. 54. P. 77 – 82. DOI: 10.18805/IJARE.A-454. (75 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

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

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

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

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

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

14. Копитко П., Яковенко Р., Петришина І. Агроекологічні основи раціонального удобрення яблуні і груші. *Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: Міжн. наук.-практ. конф.* (м. Тернопіль, 19–20.03. 2015 р.). Тернопіль, 2014. С. 128 – 130. (50 % авторства: аналіз стану проблеми, узагальнення результатів дослідження, написання).

РОЗДІЛ 5

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

5.1. Водний режим листя

Вміст води в тканинах рослин свідчить про їх вологозабезпеченість. Фракційний склад води дає уявлення про напруженість водного балансу, водоутримувальну здатність рослини, що є захисною реакцією організму в умовах порушення водообміну [527, 528].

Загальний вміст води. У всіх варіантах досліду 1 спостерігалось зменшення загального вмісту води у листках від середини до кінця вегетації (табл. 5.1, 5.2), що зумовлювалось погодними умовами та віковими змінами. Це узгоджується з результатами інших досліджень [527].

У червні місяці 1994 року в період росту і плодоношення молодих дерев яблуні більше води спостерігалось у листі сорту Айдаред на ділянках варіанту з довготривалим внесенням мінеральних добрив, відповідно, 69,1 та 67,9 %. У серпні збільшення вмісту води у листі дерев сорту Айдаред на насіннєвій підщепі на ділянках контрольного варіанта тоді, як на вегетативній М.4 – за внесення мінеральних добрив.

У червні 2000 року в період плодоношення і росту дерев відмічається тенденція до зниження вмісту вологи у листі, що зумовлено низьким вологозабезпеченням в даний період. Найбільший вміст її був у листі контрольних дерев на сильнорослій насіннєвій підщепі і за внесення органічних добрив на середньорослій вегетативній. Серед варіантів досліду суттєвої різниці не виявлено, що можна пояснити однаковим нарощуванням біомаси. У серпні листя сорту Айдаред відрізнялося меншим вмістом вологи в усіх варіантах, а найвищим він був за органічної системи удобрення.

Вміст загальної вологи в листі сорту Айдаред на обох підщепах у період повного плодоношення (2015 р.) в червні був вищим, ніж в попередні роки

досліджень. У всіх варіантах удобрення були вищі показники порівняно з контрольним. У серпні місяці вміст вологи знизився та був майже на одному рівні в усіх досліджуваних варіантах.

Таблиця 5.1

Загальний вміст води у листі яблуні сорту Айдаред залежно від підщеп та удобрення за повторної культури, %

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період					
		росту і плодоношення, (1994 р.)*		плодоношення і росту, (2000 р.)*		плодоношення, (2015 р.)	
		VI**	VIII	VI	VIII	VI	VIII
насіenneва	Без удобрення (контроль)	65,8	63,0	61,7	58,1	62,9	53,8
	Гній 40 т/га	65,2	61,8	61,4	58,6	67,0	54,4
	Гній 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	63,4	60,4	61,2	58,0	67,1	53,9
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	69,1	61,6	60,8	56,5	66,4	54,8
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	67,2	64,2	62,3	52,2	65,3	54,1
	Гній 40 т/га	67,0	65,1	63,0	54,7	67,0	54,8
	Гній 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	66,9	64,8	62,2	54,3	65,9	54,5
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	67,9	65,5	62,2	53,9	66,0	54,3
<i>НІР₀₅</i>		2,4	2,1	2,2	1,1	1,7	1,0

Примітка. *За даними Копитка П.Г. ** Строки відбору проб (місяці).

У листі сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі був менший вміст вологи у період росту і плодоношення в серпні місяці порівняно з сортом Айдаред, що можливо зумовлювалося сортовими особливостями. Серед досліджуваних варіантів найбільше вологи у листі було за мінеральної і органічної систем, що

істотно перевищувала контроль (без удобрення) відповідно на 1,1 та 15,0 %. Слід відмітити, що у період плодоношення і росту та плодоношення в червні місяці вміст вологи був більшим за органічної системи удобрення тоді, як в серпні – за мінеральної.

Таблиця 5.2

Загальний вміст води у листі яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі залежно від удобрення за повторної культури, %

Варіант удобрення	Показник у віковий період					
	росту і плодоношення, (1995 р.)*		плодоношення і росту, (2000 р.)*		плодоношення, (2015 р.)	
	VI**	VIII	VI	VIII	VI	VIII
Без удобрення (контроль)	65,0	49,5	62,3	56,1	64,6	54,7
Гній 40 т/га	65,5	52,0	63,5	57,3	68,5	55,4
Гній 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	64,7	48,6	62,3	55,8	68,1	55,1
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	63,3	56,9	63,8	58,1	68,4	55,7
<i>НІР</i> ₀₅	2,2	2,0	2,2	1,2	2,5	1,0

Примітка. *За даними Копитка П.Г. ** Строки відбору проб (місяці).

У досліді 2 з оптимізованим удобренням груші вміст загальної вологи у листі дослідних сортів відрізнявся по періодах вирощування та залежно від сортових особливостей (табл. 5.3). Листя груші виявилось із меншим вмістом вологи порівняно з яблунею. У період росту і плодоношення (2011 р.) в червні місяці за відмінних кліматичних умов і активним нарощуванням молодими деревами біомаси істотно вищим вмістом води характеризувалися листя сорту Конференція порівняно з Основ'янською. Серед варіантів удобрення більше вологи у листі було в варіанті з додатковим внесенням N₃₀K₃₀ на фоні оптимізованого удобрення, де перевищення контрольних варіантів у сорту Конференція становило відповідно

2,2 і 0,6 %, тоді як у сорту Основ'янська – 1,8 і 0,4 %. Значних відмінностей по варіантах удобрення не встановлено, що, очевидно, було зумовлено однаково активним нарощуванням біомаси.

Таблиця 5.3.

**Загальний вміст води у листі груші залежно від оптимізованого
удобрення, %**

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період			
		росту і плодоношення (2011 р.)		плодоношення і росту (2018 р.)	
		VI*	VIII	VI	VIII
Конференція	Без удобрення (контроль);	58,9	57,1	57,7	51,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	60,5	59,4	58,9	52,6
	Розраховані норми добрив (фон)	60,0	59,0	58,3	51,4
	Фон + N ₃₀	59,7	59,1	56,8	51,7
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	61,1	60,0	59,1	53,0
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	60,7	59,5	58,9	52,3
Основ'янська	Без удобрення (контроль);	57,5	56,0	54,0	50,8
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	58,9	57,8	55,8	51,2
	Розраховані норми добрив (фон)	58,7	57,1	55,8	52,0
	Фон + N ₃₀	58,9	58,0	55,6	52,4
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	59,3	58,2	56,0	52,4
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	58,9	57,9	55,6	51,6
<i>НІР₀₅</i>		<i>1,3</i>	<i>1,3</i>	<i>1,1</i>	<i>0,8</i>

Примітка. *Строки відбору проб (місяці).

У серпні місяці спостерігалось зниження вологи по всіх варіантах удобрення досліджуваних сортів. Усі варіанти удобрення мали істотно вищий вміст вологи, порівняно з контролем, за виключенням варіанту з розрахунковим внесенням добрив у сорту Основ'янська. Листя сорту Конференція мало вищий вміст вологи порівняно з Основ'янською, хоча дане збільшення було не істотним.

За даними дисперсійного аналізу (додаток Б.1) на вміст у листі вологи в червні місяці вплив чинників був майже на одному рівні – чинник А – 28 %, чинник В – 22 %. У серпні місяці спостерігався помітний вплив удобрення (чинник В) – 42 % та зниження впливу сорту (чинник А) до 35 %.

У період плодоношення і росту (2018 р.) спостерігалася подібна тенденція щодо зміни вологості листя впродовж вегетації. Червень місяць характеризувався наближеними до середньобогаторічних кліматичних даних і вміст вологи у листі груші в досліджуваних варіантів коливався в межах 54,0–59,1 %. Характеризуючи сорти між собою, істотно вищою вологість листя була в дерев сорту Конференція на 3,7 % при $HP_{05} = 1,1$. Відмічається також найвища вологість листя в обох сортах у варіанті Фон + $N_{30}K_{30}$.

У серпні місяці у зв'язку із посухою вміст вологи у листі досліджуваних дерев груші значно знизився порівняно з червнем місяцем. Серед досліджуваних варіантів удобрення в дерев сорту Конференція він був істотно вищим, порівняно з контролем, а серед варіантів удобрення найвищими показниками характеризувалося листя у варіантах Фон + $N_{30}K_{30}$, $N_{90}P_{60}K_{90}$ і Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$, де перевищення контролю становило 2,0, 1,6 та 1,3 %. Листя сорту Основ'янська істотно вищим вмістом вологи характеризувалося у варіантах, де вносили розрахункові норми добрив і додатково – N_{30} і $N_{30}K_{30}$. Перевищення контролю (без удобрення) становило 1,2 і 1,6 %, тоді як виробничого – 0,8 і 1,2 %.

За даними дисперсійного аналізу (Додаток Б.2) на вміст у листі вологи виявився найвищий вплив сорту (чинник А) – 71 %, вплив удобрення (чинник В) становив 14 % і їх взаємодія – 11 %. У серпні місяці спостерігався помітний вплив удобрення (чинник В) – 48 % та зниження впливу сорту (чинник А) до 4 %. Взаємодія чинників становила 23 %.

У досліді 4 з вивчення ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення показники вмісту загальної вологи в листі дерев груші сорту Золотоворітська були досить низькими як в першому, так і другому строках відбору, що пояснюється фізіологічними особливостями цього сорту і кліматичними умовами, які склалися в рік досліджень (табл. 5.4). Ґрунтове удобрення розраховуваними нормами азоту сприяло накопиченню в листі більшої кількості води. Стосовно позакореневого підживлення дерев, то цікавим є те, що внесення карбаміду 0,5 % по листю без ґрунтового удобрення сприяло більшому накопиченню вологи в листі порівняно з сумісним внесенням карбаміду і добрива Реаком СР-СО.

Таблиця 5.4.

Загальний вміст води в листі дерев груші сорту Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення, % (2018 р.)

Ґрунтове удобрення	Позакоренеve підживлення	Строки відбору проб (місяці)	
		червень	серпень
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	37,7	35,4
	Карбамід 0,5 %	46,4	44,2
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	38,5	37,7
Розраховувано норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	39,6	37,2
	Карбамід 0,5 %	44,9	42,8
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	41,9	40,4
<i>HIP₀₅</i>		3,4	2,7

Фракційний склад води. Вода в тканинах листя знаходиться у вільному і зв'язаному станах. Вільна вода обумовлює фізіологічну активність рослин: чим більше у листі рослин вільної води, тим інтенсивніша їхня життєздатність. Зв'язана вода, яка відіграє структуроутворювальну роль і має велике значення за

критичних (посуха, високі чи низькі температури) моментів вирощування насаджень [529, 530].

Відношення зв'язаної води до вільної може бути одним із фізіологічних ознак. Воно вказує на ступінь активності фізіологічних процесів у рослині: Переважання зв'язаної води зумовлює уповільнення ростових процесів, а переважання вмісту вільної води, навпаки, їх прискорює [531]. Кількість зв'язаної води і відношення її до вільної змінюються залежно від віку дерева, забезпеченості водою, температури повітря та ґрунту [532–534].

Впродовж трьох вікових періодів росту і плодоношення дерев яблуні сорту Айдаред (табл. 5.5) при застосуванні органічної, мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення в листі відбувався перерозподіл форм води в межах варіантів зі зміною вологості ґрунту та віку насаджень, зокрема збільшувався вміст вільної та зменшувалася кількість зв'язаної води. Це спостерігалось і в інших дослідженнях [532–535].

У період росту і плодоношення (1994 р.) коли опадів випало 96 мм (на 37 мм більше норми) молоді листки утримували вологу і більший вміст був вільної води, що позитивно впливало на ріст і розвиток дерев. За такого вологозабезпечення більший вміст вільної води спостерігався на контролі та за внесення мінеральних добрив. У період плодоношення і росту (2003 р.) та плодоношення (2015 р.) коли забезпеченість водою в серпні місяці була критичною, відповідно нижче середньорічних даних на 51,6 та 17,3 мм, спостерігався відповідний перерозподіл вільної й зв'язаної води. Внесення органічних добрив, а також їх сумісне застосування із мінеральними сприяло кращій обводненості листя.

У листі дерев сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі (додаток Б.1) спостерігалася подібна до сорту Айдаред закономірність формування вмісту різних форм води впродовж вікових періодів росту і розвитку дерев.

Вміст вільної води більше залежав від погодних умов (вологозабезпечення дерев), які склалися в період визначення, а зв'язаної – від сортових особливостей, зокрема в періоди росту і плодоношення та плодоношення і росту.

Таблиця 5.5

Вплив систем удобрення на стан (фракційний склад) води в листі повторно вирощуваних дерев яблуні сорту

Айдаред, %

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період					
		росту і плодоношення (1994 р.)*		плодоношення і росту (2001 р.)*		плодоношення (2015 р.)	
		вільна вода	зв'язана вода	вільна вода	зв'язана вода	вільна вода	зв'язана вода
насіннева	Без удобрення (контроль)	27,5	34,1	18,0	40,1	13,7	40,1
	Гній 40 т/га	18,8	35,5	18,5	40,1	15,0	39,4
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,3	29,7	17,6	40,4	14,7	39,2
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	23,6	27,1	18,6	37,9	14,3	40,5
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	25,9	41,3	17,3	34,9	14,0	40,1
	Гній 40 т/га	19,5	47,5	18,3	37,4	15,6	39,2
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,4	44,5	17,6	36,7	15,2	39,3
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	24,6	43,3	18,8	35,1	14,8	39,5
<i>НІР₀₅</i>		<i>1,2</i>	<i>1,8</i>	<i>0,9</i>	<i>1,5</i>	<i>0,7</i>	<i>2,1</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г., Фоменко М.М. [1, 535].

У досліді з оптимізованим удобренням насадження груші спостерігалася подібна тенденція, як у дерев яблуні при застосуванні різних систем удобрення, з перерозподілу форм води (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Вплив сорту та оптимізованого удобрення на стан (фракційний склад) води в листі дерев груші, %

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період							
		росту і плодоношення (2011 р.)				плодоношення і росту (2018 р.)			
		вільна		зв'язана		вільна		зв'язана	
		VI*	VIII	VI*	VIII	VI*	VIII	VI*	VIII
Конференція	Без удобрення (контроль)	23,6	18,2	35,3	38,9	19,3	10,7	38,4	40,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	22,7	17,7	37,8	41,7	21,3	10,7	37,6	41,9
	Розраховані норми добрив (фон)	22,2	16,8	37,8	42,2	20,5	10,7	37,8	40,7
	Фон + N ₃₀	22,0	16,9	37,7	42,2	21,0	10,1	35,8	41,6
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	22,4	17,4	38,7	42,6	21,3	10,7	37,8	42,3
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	22,6	17,7	38,1	41,8	21,2	10,8	37,7	41,5
Онов'янська	Без удобрення (контроль)	22,1	17,1	35,4	38,9	20,8	10,7	33,2	40,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	22,1	17,3	36,8	40,5	21,2	10,6	34,6	40,6
	Розраховані норми добрив (фон)	22,6	17,7	36,1	39,4	21,4	10,7	34,4	41,3
	Фон + N ₃₀	22,2	17,4	36,7	40,6	21,2	10,8	34,4	41,6
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	22,0	16,9	37,3	41,3	21,6	10,1	34,4	42,3
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	22,3	17,5	36,6	40,4	21,6	10,9	34,0	40,7
<i>НІР₀₅</i>		0,5	0,3	0,7	0,8	0,4	0,2	0,7	0,8

*Строки відбору проб (місяці).

Порівняно із листям яблуні в листі груші було менше вільної води і більший

зв'язаної, що вказує на вищу стійкість цієї культури до стресових ситуацій в період вегетації, зокрема до посушливих умов. Найбільше вільної води й відповідно покращення ростових процесів відмічено в листі груші сортів Конференція та Основ'янська на ділянках виробничого контролю $N_{90}P_{60}K_{90}$ і Фон + $N_{30}K_{30}$.

У досліді 4 внесення позакоренево азоту сприяло збільшенню вільної води у листі груші сорту Золотоворітська, як за оптимізованого ґрунтового удобрення так і без нього порівняно з контролем та сумісним внесенням карбаміду та комплексного добрива (табл. 5.7). Співвідношення зв'язаної до вільної води в листі груші відібраному в серпні місяці становило відповідно 3,3 і 3,2. За оптимізованого ґрунтового удобрення в листі було більше вільної води порівняно з контролем (без удобрення) хоча це збільшення було не істотним.

Таблиця 5.7

Вплив ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення на стан (фракційний склад) води в листі дерев груші сорту Золотоворітська (2018 р.), %

Ґрунтове удобрення	Позакоренево підживлення	Вільна вода	Зв'язана вода
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	8,4	27,0
	Карбамід 0,5 %	10,3	33,9
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	9,7	28,0
Розраховувано норма добрив (НРК)	Вода (контроль)	8,8	28,4
	Карбамід 0,5 %	10,1	32,7
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	9,9	30,5
<i>НІР₀₅</i>		0,5	1,7

5.2. Вміст у листках пігментів

Особливе місце в продуктивності фотосинтезу відводиться не просто листовому апаратові плодового дерева а вмісту в ньому хлорофілових зерен. Оптичні властивості, що визначають здатність поглинати, відбивати та пропускати променисту енергію сонця, тісно пов'язані з анатомічною будовою листків та вмісту в ньому хлоропластів та пігментів [536].

Ряд дослідників рахує, що вплив елементів живлення на синтез хлорофілу, каротиноїдів і фотосинтез в цілому пов'язано з їх участю в ферментативних системах й в першу чергу в тих, які визначають якісні особливості окисно-відновних апарату рослини. Накопичення хлорофілу в листках є визначальним внутрішнім чинником для інтенсивного проходження фотосинтезу [537, 538].

У досліді 1 різні системи довготривалого удобрення насаджень яблуні по різному впливали на вміст пігментів у листі (табл. 5.8). У період росту і плодоношення (1994–1997 рр.) сума хлорофілу (a+b) в листках яблуні сорту Айдаред на насіннєвій та вегетативній М.4 підщепах була істотно більша у варіанті з внесенням органічних добрив, порівняно з контролем, де перевищення становило відповідно 23,0 та 18,0 %.

Період плодоношення і росту (1997–2003 рр.) характеризувався зменшенням суми хлорофілів по всім дослідним варіантам, а найбільший вміст був за органо-мінерального удобрення. В період повного плодоношення дерев вміст суми хлорофілів (a+b) значно знизився порівняно з попередніми періодами, а серед досліджуваних варіантів найбільшим він був у листі з дерев на насіннєвій підщепі у варіанті з внесенням органо-мінеральних добрив, а на вегетативній М.4 – на ділянках з внесенням органічних добрив. Аналізуючи дані про суму хлорофілів на ділянках контрольного варіанту (без удобрення) відмічається більше накопичення хлорофілу в листках дерев на насіннєвій підщепі порівняно з вегетативною.

**Вплив підщеп та удобрення на вміст суми хлорофілів (a+b) у листі яблуні
сорту Айдаред за повторної культури, мг/ 100 г сирової маси**

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період		
		росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997-2003 рр.)*	плодоношення (2007-2016 рр.)
насіннава	Без удобрення (контроль)	230,6	159,2	143,7
	Гній 40 т/га	283,0	163,3	150,1
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	266,4	174,5	152,0
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	260,7	172,5	149,3
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	228,5	155,1	140,7
	Гній 40 т/га	269,6	160,5	152,1
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	257,0	168,3	151,8
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	250,7	165,7	150,1
<i>HIP₀₅</i>		<i>10,3</i>	<i>6,1</i>	<i>5,9</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У листі сорту Кальвіль сніговий у період росту і плодоношення істотно більше накопичення суми хлорофілів спостерігалось у варіанті з внесенням органічних добрив (255,2 мг/100 г), що істотно вище контролю та інших варіантів (табл. 5.9). Внесення органо-мінеральних добрив сприяло істотно більшому накопиченню в листках суми хлорофілів (a+b) в період плодоношення і росту порівняно з контролем (на 24 %) і мінеральною (на 6 %) системою удобрення та в період плодоношення порівняно з контролем (на 8 %).

**Вміст суми хлорофілів (a+b) у листі дерев яблуні сорту Кальвіль сніговий за
повторної культури, мг/100 г сирі маси**

Варіант удобрення	Показник у віковий період		
	росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*	плодоношення, (2007–2016 рр.)
Без удобрення (контроль)	234,9	141,7	140,5
Гній 40 т/га	255,2	170,0	147,3
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	235,4	175,0	151,7
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	236,7	164,6	148,1
<i>НІР₀₅</i>	<i>11,4</i>	<i>7,2</i>	<i>5,1</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У досліді 2 у листі груші сорту Конференція сума хлорофілів (a+b) була більшою порівняно з Основ'янською (табл. 5.10). У вікові періоди вегетування дослідних дерев найбільшим вмістом суми хлорофілів у листі характеризувалися варіанти N₉₀P₆₀K₉₀ (виробничий контроль) і Фон + N₃₀K₃₀.

Встановлено, що зі збільшенням віку дерев, підвищенням продуктивності насаджень яблуні і груші відбувається зменшення накопичення в листі хлорофілу.

Внесення позакоренево мікроелементів позитивно впливає на процеси синтезу хлорофілу за рахунок чого відбувається його більший вміст в листках яблуні. Процес накопичення хлорофілу більш активно проходить в умовах підвищеної забезпеченості дерев ґрунтовою вологою, що в свою чергу підвищує їх продуктивність і відповідно продуктивність вирощуваних насаджень загалом [539].

Вміст суми хлорофілів (a+b) у листі дерев груші в різні періоди росту залежно від удобрення, мг/100 г сирової маси

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2019 рр.)
Конференція	Без удобрення (контроль)	246,7	188,4
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	270,3	228,0
	Розраховані норми добрив (фон)	258,4	195,3
	Фон + N ₃₀	264,0	200,7
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	268,4	218,0
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	265,2	215,5
Оснoв'янська	Без удобрення (контроль);	228,2	170,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	250,3	186,4
	Розраховані норми добрив (фон)	240,4	174,5
	Фон + N ₃₀	244,8	177,2
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	248,5	187,9
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	247,9	186,0
<i>НІР₀₅</i>		<i>10,7</i>	<i>7,6</i>

У досліді 4 проводили визначення хлорофілу у динаміці (табл. 5.11).

Встановлено, що вміст суми хлорофілів починаючи з весни поступово наростає, досягаючи максимуму у серпні, а потім відбувається зниження його концентрації. Це підтверджується дослідженнями проведеними в різних ґрунтово-кліматичних зонах [540–542]. Серед досліджуваних варіантів найкращий показник відмічено у варіанті позакореневого підживлення Карбамідом 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 3% впродовж всієї вегетації за оптимізованого ґрунтового удобрення 140,1 - 157,4 мг/100 г сирової маси.

Ґрунтове удобрення азотом сприяло істотному підвищенню суми хлорофілів порівняно з контролем за неудобрюваного ґрунту.

Таблиця 5.11

**Динаміка вмісту суми хлорофілів (а+b) у листі дерев груші сорту
Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення й позакореневого
підживлення, мг/100 г сирової маси (2018 р.)**

Ґрунтове удобрення	Позакорене підживлення	Показники в різні місяці вегетації дослідних дерев		
		червень	серпень	жовтень
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	107,5	123,1	105,4
	Карбамід 0,5 %	128,4	145,3	125,3
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	136,2	150,0	132,7
Розрахована норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	112,8	131,3	108,4
	Карбамід 0,5 %	136,3	144,9	131,5
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	145,1	157,4	140,1
<i>НІР₀₅</i>		5,2	6,1	5,0

У досліді 3, де вивчали позакоренево підживлення добривом DripFert,

встановлено, що збільшення кратності внесення добрива сприяло підвищенню концентрації суми хлорофілів у листі груші (табл. 5.12). Зокрема найбільший вміст хлорофілу відмічено за внесення водорозчинного добрива (у червні – 180,6, серпні – 218,7 і жовтні – 171,5 мг/100 г) з різним концентраціями елементів у регламентовані фази: розпускання бруньок, рожевий бутон і ріст плодів. Це збільшення було істотним порівняно з контролем.

Таблиця 5.12

**Динаміка вмісту суми хлорофілів (а+b) у листі дерев груші сорту
Основ'янська залежно від позакореневого підживлення (2017 р.), мг/100 г
сирої маси**

Варіант удобрення	Показники в різні місяці вегетації дослідних дерев		
	червень	серпень	жовтень
Вода (контроль)	160,4	184,2	157,0
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	175,2	200,4	167,3
DripFert 18-18-18+ME	173,4	197,8	162,4
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	177,8	210,4	168,7
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	180,6	218,7	171,5
<i>HIP₀₅</i>	7,1	8,8	6,5

5.3. Вміст у листках макроелементів

Важливе значення як метод діагностики мінерального живлення плодкових культур має хімічний аналіз листя, показники якого відображають рівні забезпеченості рослин елементами мінерального живлення. Оптимальні рівні показників вмісту N, P₂O₅ і K₂O у листі яблуні становлять відповідно 1,8–2,5, 0,13–0,29 та 0,9–1,8 % [1,

120, 121, 311, 543].

У дослідах вивчався хімічний склад листків яблуні залежно від систем удобрення. Як показали результати аналізів (табл. 5.13), в них виявлено різну кількість азоту, фосфору та калію на ділянках досліду з системами удобрення.

Таблиця 5.13

Вміст макроелементів живлення у листі яблуні сорту Айдаред залежно від підщеп та систем удобрення за повторної культури, %

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період								
		росту і плодоношення (1994 р.)*			плодоношення і росту (2000 р.)*			плодоношення (2015 р.)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
насіньєва	Без удобрення (контроль)	2,72	0,35	1,74	2,06	0,40	1,28	2,22	0,17	0,98
	Гній 40 т/га	2,89	0,37	1,85	2,17	0,42	1,34	2,37	0,20	1,02
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,01	0,37	1,69	2,17	0,39	1,32	2,34	0,19	1,03
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	2,91	0,35	1,74	2,11	0,39	1,30	2,30	0,18	1,04
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	2,81	0,38	1,68	2,11	0,41	1,20	2,16	0,18	0,92
	Гній 40 т/га	3,02	0,40	1,84	2,20	0,45	1,26	2,25	0,20	1,02
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,07	0,35	1,80	2,22	0,42	1,25	2,27	0,21	1,04
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	2,90	0,37	1,89	2,19	0,44	1,23	2,26	0,22	1,01
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,14</i>	<i>0,03</i>	<i>0,07</i>	<i>0,12</i>	<i>0,04</i>	<i>0,05</i>	<i>0,12</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

Найбільшим вмістом азоту в період росту і плодоношення дерев відрізнялися листки яблуні Айдаред на обох типах підщепи у варіанті з половинними нормами гною і повного мінерального добрива. Загалом вміст азоту на всіх досліджуваних ділянках в листках яблуні цього сорту був значно більшим порівняно з оптимальним вмістом. Вміст фосфору на всіх фонах удобрення практично не змінювався, а порівняно з оптимальним вмістом – був значно вищим. Внесення добрив зумовлювало істотне підвищення вмісту калію у листках на насіннєвій підщепі за внесення органічних добрив, а на М.4 – мінеральних порівняно з контролем.

У період плодоношення і росту спостерігалось зниження вмісту азоту в листках дослідних варіантів, а найбільший вміст відмічено за внесення органічних і органо-мінеральних добрив на обох типах підщепи відповідно 2,17 та 2,20 й 2,22 %. Вміст фосфору дещо знизився порівняно з попереднім періодом, хоча показники були вищі оптимального вмісту. Калій у листках знаходився в межах оптимального рівня, а внесення гною 40 т/га сприяло істотному збільшенню цього показника в листі сорту Айдаред на обох типах підщепи

Аналізуючи дані про вміст азоту у листі можна відмітити, що в період плодоношення у варіантах із систематичним довготривалим удобренням саду органічними, органо-мінеральними і мінеральними добривами, в складі яких був азот, його показники перевищували оптимальні рівні для яблуні. У контрольному варіанті вміст азоту в листі теж був у межах оптимального, але істотно менший, ніж в інших варіантах. Вміст P_2O_5 у листі яблуні був у межах оптимального рівня. Аналізуючи вміст P_2O_5 у листі дерев сорту Айдаред на насіннєвій і вегетативній М.4 підщепах, можна відмітити майже однакове його значення (близьке до нижньої межі оптимального рівня). Вміст калію у листі дослідних сортів яблуні знаходився теж у межах оптимального, а більший його рівень виявлено за всіх систем удобрення. Він істотно перевищував умісту K_2O в листках контрольного варіанту, показники якого знаходилися майже на нижній межі оптимального рівня.

Порівнюючи підщепи між собою відмічається в період росту і плодоношення, а також плодоношення і росту більший вміст азоту і фосфору в листках у дерев на вегетативній М.4 відповідно на 0,09 та 0,03 і 0,05 та 0,01 % тоді, як вміст калію був вищим на насіннєвій підщепі на 0,06 та 0,08 %. Дані збільшення були в межах похибки досліду. В період плодоношення відбулися зміни стосовно вмісту в листі макроелементів у дерев на різних підщепах. Так, найбільше азоту і калію було в листі з дерев на насіннєвій підщепі, а фосфору – вегетативній М.4.

Найбільший вміст азоту, фосфору та калію в листі сорту Кальвіль сніговий в період росту і плодоношення дерев був у варіанті органічної системи (гній 40 т/га раз на два роки) (табл. 5.14). У всіх досліджуваних варіантах в цей період показники були вищі порівняно з оптимальними.

Таблиця 5.14

Вміст макроелементів живлення у листі яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі залежно від систем удобрення за повторної культури, %

Варіант удобрення	Вікові періоди								
	росту і плодоношення (1994 р.)*			плодоношення і росту (2000 р.)*			плодоношення (2015 р.)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрення (контроль)	3,04	0,40	1,76	2,76	0,32	1,21	2,30	0,20	1,01
Гній 40 т/га	2,99	0,43	2,01	2,85	0,36	1,27	2,47	0,21	1,12
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,10	0,41	1,79	2,92	0,36	1,26	2,45	0,25	1,14
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,09	0,39	1,89	3,01	0,31	1,31	2,50	0,23	1,15
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,15</i>	<i>0,06</i>	<i>0,05</i>	<i>0,14</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,12</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту істотно вищі показники азоту й калію у листі

були за мінеральної ($N_{120}P_{120}K_{120}$) системи удобрення тоді, як фосфору - за органічної та органо-мінеральної систем. У період плодоношення спостерігалися подібні зміни вмісту азоту, фосфору і калію у листі сорту Кальвіль сніговий як у період плодоношення і росту.

У досліді 2 з оптимізованим удобренням груші в середньому за 2013–2019 рр. (табл. 5.15) вміст азоту в листках був неоднаковим і залежав від сортових особливостей та врожайності дерев.

Таблиця 5.15

Вміст макроелементів живлення у листі груші залежно від сортових особливостей і удобрення (середнє за 2013–2019 рр.), %

Сорт	Варіант удобрення	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Конференція	Без удобрення (контроль)	2,11	0,16	1,04
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	2,55	0,14	1,06
	Розраховані норми добрив (фон)	2,36	0,12	1,07
	Фон + N ₃₀	2,46	0,13	1,05
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	2,52	0,12	1,10
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,48	0,13	1,09
Основ'янська	Без удобрення (контроль)	2,37	0,14	1,11
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	2,78	0,13	1,24
	Розраховані норми добрив (фон)	2,50	0,10	1,19
	Фон + N ₃₀	2,63	0,11	1,20
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	2,75	0,10	1,22
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,72	0,12	1,20
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,12</i>	<i>0,03</i>	<i>0,05</i>

У період плодоношення і росту найбільша його кількість у листках накопичувалась у варіантах виробничого контролю та Фон + $N_{30}K_{30}$ відповідно 2,55 та 2,52 й 2,78 та 2,75 %. Можна відмітити, що вміст N був в оптимальних межах для насаджень груші (оптимальний рівень N 2,0–2,6 % [1, 309, 349, 544, 545]). Вміст фосфору у листі сорту Конференція був в оптимальних межах (P_2O_5 –0,13–0,25 % [1, 309, 349, 544]), за виключенням варіантів з розрахованими нормами добрив (фон) і Фон + $N_{30}K_{30}$, де його рівень був нижчим оптимуму. У сорту груші Основ'янська лише на ділянках контрольних варіантів вміст був в оптимальних межах. Вміст калію у листках обох дослідних сортів був, нижчим оптимуму (K_2O – 1,4–2,3 % [1, 318, 349, 544, 545]) у всіх досліджуваних варіантах. Дещо вищі показники спостерігалися у варіанті із внесенням додатково азоту та калію на фоні розрахованого оптимального забезпечення ґрунту NPK.

У досліді 4 з вивченням ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення вміст у листі основних макроелементів у 2016 році дещо різнився в досліджуваних варіантах (табл. 5.16). У листі сорту Золотоворітська вміст N був у межах оптимального рівня на всіх дослідних ділянках. Найвищим він був за внесення азоту сумісно з РЕАКОМом CP-CO відповідно 2,14 і 2,29 %, що істотно вище контролю на 0,13 та 0,16 % при $ННР_{05}=0,10$. Вміст фосфору в листі дерев у всіх досліджуваних варіантах був у межах оптимуму, а найбільший його рівень у листі на контрольних ділянках без удобрення. Вміст калію був нижче оптимуму в усіх варіантах.

Характеризуючи ґрунтове удобрення відмічається істотне підвищення вмісту азоту у листі на ділянках варіанту з розрахованим внесенням добрив порівняно з контролем (без удобрення) на 6 %.

Вміст макроелементів живлення у листі дерев груші сорту Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення (2016 р.), %

Ґрунтове удобрення	Позакореневе підживлення	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	2,01	0,17	1,17
	Карбамід 0,5 %	2,12	0,15	1,20
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР- СО 0,3%	2,14	0,13	1,20
Розрахована норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	2,13	0,18	1,19
	Карбамід 0,5 %	2,25	0,15	1,21
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР- СО 0,3%	2,29	0,15	1,23
<i>НIP₀₅</i>		<i>0,10</i>	<i>0,04</i>	<i>0,05</i>

5.4. Баланс фітомаси яблуні залежно від довготривалого удобрення

Для об'єктивної оцінки сортопідщепних комбінувань та варіантів удобрення потрібно знати характер розподілу продуктів фотосинтезу листя та формування елементів фітомаси дерев [548–550]

У наших дослідженнях структура фітомаси залежала від сили росту дерев на різних підщепах, сорту та мінерального живлення (табл. 5.17–5.18). Більшу масу в

Структура фітомаси (розрахунок за сирою масою) 32-річного дерева яблуні сорту Айдаред залежно від підщепи та довготривалого удобрення (2016 рік)

Підщепа	Варіант удобрення	Загальна біологічна продуктивність		Структура фітомаси							
		кг	%	Деревина		Листя		Коріння		Плоди	
				кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
насіннева	Без удобрення (контроль)	289,6	100,0	181,6	62,7	21,2	7,3	64,5	22,3	22,3	7,7
	Гній 40 т/га	324,1	100,0	194,5	60,0	28,8	8,9	71,2	22,0	29,6	9,1
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	312,5	100,0	190,1	60,8	26,3	8,4	70,3	22,5	25,8	8,3
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	313,3	100,0	193,6	61,8	24,5	7,8	68,4	21,8	26,8	8,6
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	219,5	100,0	132,8	60,5	19,4	8,8	46,7	21,3	20,6	9,4
	Гній 40 т/га	238,8	100,0	136,0	57,0	25,0	10,5	54,1	22,7	23,7	9,9
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	230,5	100,0	134,2	58,2	23,2	10,1	50,8	22,0	22,3	9,7
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	227,2	100,0	135,3	59,6	21,0	9,2	48,9	21,5	22,0	9,7
<i>НІР₀₅</i>		-	-	8,4	-	2,6	-	6,3	-	1,7	-

структурі займали деревина та коріння. Маса плодів у структурі загальної біологічної продуктивності дерев сорту Айдаред на насіннєвій підщепі становила 7,7–9,1 % і значно залежала від варіантів удобрення. Серед досліджуваних варіантів найвищий показник був на ділянках органічної системи удобрення. Відсоток деревини на сильнорослій підщепі склав 60,0 –62,7 %. У фітомасі дерев на середньорослій підщепі М.4 маса плодів у структурі загальної продуктивності більша, ніж на сильнорослій насіннєвій підщепі в усіх досліджуваних варіантах 9,4–9,9 %, а відсоток деревини був 57,0–60,5 %. Слід відмітити, що в масі дерева у контрольному варіанті деревина складала більший відсоток, ніж у варіантах з удобренням. Це підтверджується також дослідженнями інших вчених [80, 548].

Таблиця 5.18

Структура фітомаси (розрахунок за сирою масою) 32-річного дерева яблуні сорту Кальвіль сніговий залежно від довготривалого удобрення (2016 рік)

Варіант удобрення	Загальна біологічна продуктивність		Структура фітомаси							
	кг	%	Деревина		Листя		Коріння		Плоди	
			кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Без удобрення (контроль)	290,2	100,0	215,0	74,1	23,3	8,0	28,9	10,0	23,0	7,9
Гній 40 т/га	321,7	100,0	226,8	70,5	29,9	9,3	31,2	9,7	33,8	10,5
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	316,3	100,0	224,8	71,1	27,3	8,6	30,8	9,7	33,4	10,6
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	313,7	100,0	225,8	72,0	25,7	8,2	30,5	9,7	31,7	10,1
<i>HIP</i> ₀₅	-	-	8,3	-	2,5	-	2,9	-	1,8	-

Дерева яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі мали більшу загальну біологічну продуктивність порівняно з сортом Айдаред на тій же підщепі, що пояснюється сортовими особливостями. Також була дещо більша частка плодів

у загальній масі на ділянках усіх досліджуваних варіантів - 7,9–10,6 %. Цей показник був вищим за органічної та органо-мінеральної системи удобрення, як порівняно з контролем так із мінеральною системою.

Висновки до розділу 5

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

Вологість листя дерев груші сорту Конференція в період плодоношення і росту на 3,7 % вища у червні. Найвищий показник для обох сортів виявлено у варіанті Фон + N₃₀K₃₀. На зміну вмісту в листі вологи найвищий вплив – 71 % - спричинив помологічний сорт, з уп'ятеро слабшою дією чинника удобрення (14 %). Перевищення вмісту вологи в листі дерев сорту Конференція в серпні місяці на ділянках варіантів Фон + N₃₀K₃₀, N₉₀P₆₀K₉₀ і Фон + N₃₀P₃₀K₃₀ склало відповідно 2,0, 1,6 та 1,3 %, порівняно з контролем. Листки груші сорту Основ'янська відзначалися істотно вищим вмістом вологи за внесення розрахункових норм добрив та N₃₀ і N₃₀K₃₀, з перевищенням абсолютного контролю (без добрив) відповідно на 1,2 і 1,6 %, а виробничого контролю – на 0,8 і 1,2 %. На зміну показника помітно вплинув чинник удобрення (48 %) з невисокою дією помологічного сорту (4 %).

2. Залежно від віку насаджень, вміст хлорофілів a+b в листках яблуні сорту Айдаред на насіннєвій і вегетативній (М.4) підщепах та сорту Кальвіль сніговий на підщепі насіннєвій змінювався. В найбільш продуктивний період плодоношення показник сорту Айдаред на насіннєвій підщепі істотно більший - 152,0 мг/100г - за внесення органо-мінеральних добрив, а на вегетативній М.4 – 152,1 мг/100г - на ділянках з внесенням органічних добрив. У листках сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі вищу на 8 % від контролю

суму хлорофілів спостерігали за внесення органо-мінеральних добрив.

У досліді 2 з оптимізованим удобренням сума хлорофілів а+в в листках груші сорту Конференція перевищила показник сорту Основ'янська. У різні вікові періоди росту і плодоношення найбільшим показником характеризувалися дерева у варіантах $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль) і Фон + $N_{30}K_{30}$: перевищення абсолютного (без удобрення) контролю в листках сорту Конференція склало в період росту і плодоношення 9,6 і 8,8 та сорту Основ'янська 9,7 і 8,9 %, а в період плодоношення і росту відповідно 21,0 і 15,7 % і та 9,6 і 10,5 %.

3. Підсумовуючи дані про вміст азоту в листі на дослідних деревах яблуні і груші можна зробити висновки, що існує висока залежність між ґрунтовими умовами росту та хімічним складом листків, а підвищення вмісту азоту має тісний зв'язок із ростом дерев. Вміст фосфору в листках значною мірою залежав від помологічного сорту і менше від мінерального живлення. Сталий його вміст у листках, можливо, був зумовлений здатністю до нагромадження в деревині та переходу до синтезуючих органів. У проведених дослідженнях зміна вмісту калію залежала від урожайності дерев, вікових періодів росту і мінерального живлення. Насадження груші відрізнялася нижчим від оптимального вмістом калію в листках порівняно з яблунею.

4. Структура фітомаси 34 річних дерев яблуні залежала від підщепи, помологічного сорту та мінерального живлення з більшою часткою деревини і коренів, а частка плодів для сорту Айдаред на насіннєвій підщепі склала 7,7–9,1 % і 9,4–9,9 % - на вегетативній М.4. Частка деревини у контрольному варіанті більша від варіантів з удобренням. Дерева яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі вирізнялися більшою загальною біологічною продуктивністю порівняно з сортом Айдаред на тій же підщепі, а також більшою часткою плодів - 7,9–10,6 % у загальній масі на ділянках усіх варіантів.

Матеріали розділу 5 опубліковано та апробовано в працях.

1. Yakovenko R., Kopytko P., Pelekhatyi V. The content of chlorophyll and

nutrients in apple leaves depending on long-term fertiliser. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(2). P. 93-98. DOI: 10.48077/scihor.24(2).2021. (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

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

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

РОЗДІЛ 6

РІСТ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ І ГРУШІ У ПОВТОРНО ВИРОЩУВАНИХ НАСАДЖЕННЯХ ЗА ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ

6.1. Активність росту

Ріст латеральної системи, а саме приріст діаметра або обхвату штамба, є одним із основних показників, що характеризують силу росту дерева як реакцію на умови вирощування. Впродовж проходження онтогенезу плодової рослини проходять якісні періоди розвитку, які відрізняються один від іншого інтенсивністю ростових процесів, структурою крони, продуктивністю і фізіологічним станом дерева. Ці зміни стану дерев того чи іншого сорту залежать від типу підщепи та забезпечення факторами життя, зокрема елементами мінерального живлення, що регулюється відповідним удобренням і є складовою сучасного саду [551, 552].

Аналіз даних (табл. 6.1) за 34-річне повторне вирощування дерев яблуні показує, що характер росту штамба у товщину залежав від особливостей впливу підщепи. Приріст обхвату штамба дерев сорту Айдаред на насіннєвій підщепі у різні вікові періоди в контрольному варіанті був більший, ніж дерев на підщепі М.4 на 2,9–22,2 %. Ця різниця була найменшою – у період росту і плодоношення та найбільшою – у період плодоношення. При цьому за молодого віку дерев, коли вони активно нарощували надземну біомасу істотної різниці між дослідними варіантами з удобренням не виявлено. У старшому віці (1997–2003 рр.) спостерігається зменшення приросту в усіх варіантах, порівняно з попереднім періодом, та істотне збільшення показника у варіантах удобрення порівняно з контролем. У віковому періоді плодоношення найбільший приріст діаметра штамбу був у варіантах із органічними та органо-мінеральними добривами, як на насіннєвій підщепі, так і вегетативній, що істотно переважав контрольні дерева відповідно на 2,4 і 2,5 та 1,6 і 2,1 мм.

**Вплив підщеп та удобрення на приріст обхвату штамбу дерев яблуні сорту
Айдаред за повторної культури, мм**

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період		
		росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997-2003 рр.)*	плодоношення (2007-2016 рр.)
насіннева	Без добрив (контроль)	31,5	21,5	9,9
	Гній 40 т/га	30,1	24,6	12,3
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	31,0	24,0	12,4
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	31,7	23,5	12,1
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	30,6	20,4	8,1
	Гній 40 т/га	30,8	22,8	9,7
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	28,9	22,5	10,2
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	28,6	22,0	10,0
<i>НІР₀₅</i>		2,7	1,5	1,3

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період росту і плодоношення внесення 40 т/га гною сприяло істотному збільшенню проросту товщини штамба дерев сорту Кальвіль сніговий на підвищувало приріст штамбу на 2,6–4,5 мм порівняно з іншими досліджуваними варіантами при $НІР_{05} = 2,1$ (табл. 6.2). У період плодоношення і росту та плодоношення спостерігається менше потовщення штамба в усіх досліджуваних варіантах, що зумовлювалося збільшенням урожайності дерев та послабленням їх росту, а серед удобрення найвищий показник отримано за органічної системи удобрення.

У досліді з оптимізованим удобренням груші приріст діаметра штамба залежав від сорту, удобрення та вікових періодів росту та плодоношення (табл.

6.3). Так, у період росту і плодоношення дерева сорту Конференція характеризувалися істотно меншим приростом штамба порівняно з Основ'янською в контрольному варіанті на 2,4 мм (або 39 %), що зумовлювалося сортовими особливостями. Приріст штамба молодих дерев груші обох сортів був більшим у варіанті виробничого контролю відповідно на 1,1 і 1,2 мм або на 18 і 14 %, хоча внесення додатково азотних та азотних і калійних добрив на фоні оптимізованого удобрення також сприяло істотно більшому приросту діаметра штамба.

Таблиця 6.2

Вплив удобрення на приріст обхвату штамба дерев яблуні сорту Кальвіль сніговий за повторної культури, мм

Варіант удобрення	Показник у віковий період		
	росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*	плодоношення (2007–2016 рр.)
Без удобрення (контроль)	32,7	21,8	11,0
Гній 40 т/га	37,2	25,4	14,5
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	33,6	24,1	13,6
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	34,2	23,6	14,3
<i>НІР</i> ₀₅	2,1	1,2	1,6

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

Як показують дослідження у 2010–2019 роках більший вплив на латеральний ріст дерев груші мав сорт – чинник А (додатки В.1). Так, за даними дисперсійного аналізу вплив сорту на приріст обхвату штамбу у період росту і плодоношення (2010–2012 рр.) був на рівні 42 %, у період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) підвищився до рівня 58 %, а вплив удобрення – чинник В відповідно становив 4 % та 2 %.

Приріст діаметра штамба дерев груші за різного удобрення, мм

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2019 рр.)
Конференція	Без удобрення (контроль)	6,2	5,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	7,3	5,7
	Розраховані норми добрив (фон)	6,8	5,3
	Фон + N ₃₀	7,0	5,4
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	7,3	5,4
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	7,2	5,5
Основ'янська	Без удобрення (контроль)	8,6	7,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	9,8	7,9
	Розраховані норми добрив (фон)	9,3	7,5
	Фон + N ₃₀	9,6	7,7
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	9,3	7,8
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	9,4	7,7
<i>НІР₀₅</i>		1,0	0,5

У період плодоношення і росту спостерігається зменшення приросту товщини штамба, подібно до дерев яблуні, що зумовлено більшою врожайністю незрошуваних насаджень. Найменше потовщення штамба обох сортів було в контрольному варіанті на неудобрюваних ділянках. За внесення добрив був більшим приріст, але він істотно перевищував показник абсолютного контролю

лише за щорічного внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$ в розрахунку на гектар.

Приріст пагонів на дослідних деревах залежав від удобрення та вікових періодів (табл. 6.4). Дерева сорту Айдаред у період росту і плодоношення відзначалися слабким приростом пагонів (19,4–22,2 см) в усіх варіантах на обох підщепах. Це було зумовлено віком насаджень, впливом на повторно вирощувані дерева ґрунтовтоми, а також погодними умовами (опадів випало на 150,6 мм менше порівняно з середньобагаторічними даними), що негативно позначилося на забезпеченні вологою незрошуваних дерев і відповідно на їх рості.

У період плодоношення і росту спостерігалось збільшення приросту пагонів у всіх досліджуваних варіантах. Найбільша довжина пагонів була в дерев на насіннєвій підщепі за внесення органо-мінеральних добрив (26,1 см), а на вегетативній М.4 за органічної системи удобрення (25,3 см). Це збільшення приросту було істотним порівняно з контрольними деревами. Приріст пагонів на сильнорослих деревах на насіннєвій підщепі був більшим на 1,4 см порівняно з менш сильнорослими М.4 при $HIP_{05} = 1,3$. У період плодоношення зменшувалася довжина пагонів на деревах вирощуваних на обох сортопідщепних комбінуваннях у всіх варіантах удобрення, що зумовлювалося збільшенням урожаю плодів та нестачею вологи для нормального росту дослідних дерев. Збільшення приросту пагонів було істотним у цей період за удобрення порівняно з контролем (без удобрення).

Розміри пагонів і їх кількість у кроні плодового дерева з фізіологічної точки зору є важливим показником величини та інтенсивності роботи фотосинтетичного апарату тому, що на них формується основна листкова поверхня, в якій здійснюється процес фотосинтезу. Тобто відбувається засвоєння сонячної енергії, що акумулюється в біомасі дерева.

З таблиці 6.5 видно, що величина сумарного приросту пагонів з 1994 по 2016 роки поступово збільшувалася разом зі збільшенням габітусу крони. У період росту і плодоношення молоді дерева яблуні сорту Айдаред на насіннєвій і вегетативній М.4 підщепах найбільше реагували на внесення органічних добрив, порівняно з контролем збільшення сумарної довжини пагонів становило

відповідно 14 і 9 %. З віком насаджень зростає і сумарний приріст пагонів.

Таблиця 6.4

Середня довжина пагонів на деревах яблуні сорту Айдаред за повторної культури

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період					
		росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*		плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*		плодоношення (2007–2016 рр.)	
		см	%	см	%	см	%
насіннева	Без добрив (контроль)	20,5	100,0	24,9	100,0	20,1	100,0
	Гній 40 т/га	21,7	105,9	25,9	104,0	23,1	114,9
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	22,2	108,3	26,1	104,8	23,0	114,4
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	20,3	99,0	25,8	103,6	22,1	110,0
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	19,4	100,0	23,5	100,0	19,5	100,0
	Гній 40 т/га	19,2	99,0	25,3	107,7	23,3	119,5
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20,1	103,6	24,3	103,4	22,0	112,8
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	21,2	109,3	24,2	103,0	22,6	115,9
<i>НІР₀₅</i>		<i>1,3</i>	<i>-</i>	<i>1,3</i>	<i>-</i>	<i>1,9</i>	<i>-</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період повного плодоношення найкращий вплив добрив на сумарний приріст пагонів дерев на обох типах підщепи спостерігався за органічної і органо-мінеральної систем удобрення, де підвищення було істотним порівняно з контролем та з мінеральною системою.

Дані дисперсійного аналізу (додаток В.2) показали, що у період росту і плодоношення (1990–1996 рр.) на сумарну довжину пагонів сорту Айдаред

виявився найбільший вплив підщепи (чинник А) – 39 %, тоді як вплив удобрення (чинник В) сягав – 4 %, а взаємодії чинників (АВ) – 1 %. У період плодоношення і росту (1997–2003 рр.) вплив підщепи знизився до рівня 14 %, а удобрення підвищився до 5 %. В наступному періоді повного плодоношення (2007–2016 рр.) вплив підщепи сягав – 34 %, а вплив удобрення – 26 %.

Таблиця 6.5

**Вплив підщеп та удобрення на сумарну довжину пагонів яблуні сорту
Айдаред за повторного вирощування**

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період					
		росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*		плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*		плодоношення, 2007–2016 рр.	
		м	%	м	%	м	%
Насіннева	Без добрив (контроль)	10,8	100,0	24,2	100,0	58,8	100,0
	Гній 40 т/га	12,3	113,9	27,5	113,6	82,5	140,3
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,0	111,1	28,1	116,1	81,2	138,1
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	12,1	112,0	25,2	104,1	70,3	119,6
Вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	8,9	100,0	26,3	100,0	50,2	100,0
	Гній 40 т/га	9,7	109,0	28,8	109,5	63,8	127,1
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,4	105,6	27,9	106,1	58,8	117,1
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	9,1	102,2	29,7	112,9	56,7	112,9
	<i>НІР₀₅</i>	0,8	-	2,2	-	3,4	-

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

На дерева сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі удобрення впливало

подібно до сорту Айдаред на відповідній підщепі стосовно сумарного приросту пагонів (табл. 6.6). Середня довжина річного приросту не зменшувалася, зростаючи в період плодоношення, що, вирогідно, пов'язано з вищою стійкістю цього місцевого сорту до ґрунтово-кліматичних умов регіону.

Таблиця 6.6

Середня (см) і сумарна (м) довжина пагонів на деревах в повторно вирощуваному насадженні яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі за різного удобрення

Варіант удобрення	Показник у віковий період					
	росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*		плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*		плодоношення, (2007–2016 рр.)	
	см	м	см	м	см	м
Без удобрення (контроль)	23,5	15,8	28,2	20,5	32,0	140,0
Гній 40 т/га	24,3	17,3	31,8	22,9	35,6	169,5
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,5	17,0	29,7	22,8	36,7	167,4
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	23,9	16,8	31,5	21,9	35,3	160,8
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,7</i>	<i>0,9</i>	<i>0,9</i>	<i>1,4</i>	<i>2,1</i>	<i>6,2</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У досліді з удобренням груші в період росту і плодоношення відбувався інтенсивний приріст однорічних пагонів на деревах обох дослідних сортів Конференція і Основ'янська в усіх досліджуваних варіантах (табл. 6.7).

Якщо порівнювати із яблунею спостерігається збільшення в 2,5–3 рази приросту пагонів груші. Серед варіантів удобрення найбільша довжина пагонів була на деревах сорту Конференція у варіантах з розраховуваними нормами та

додатковим внесенні N_{30} відповідно 69,3 і 69,6 см, що істотно до контролю.

Таблиця 6.7

**Середня довжина пагонів на деревах у повторно вирощуваному насадженні
груші за різного удобрення**

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період			
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)		плодоношення і росту (2013–2018 рр.)	
		см	%	см	%
Конференція	Без удобрення (контроль)	60,3	100,0	35,1	100,0
	$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	67,0	111,1	38,6	110,0
	Розраховані норми добрив (фон)	69,3	114,9	37,2	106,0
	Фон + N_{30}	69,6	115,4	36,9	105,1
	Фон + $N_{30}K_{30}$	62,4	103,5	37,6	107,1
	Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	62,4	103,5	38,0	108,3
Основ'янська	Без удобрення (контроль)	58,3	100,0	30,5	100,0
	$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	69,8	119,7	38,8	127,2
	Розраховані норми добрив (фон)	62,9	107,9	37,5	123,0
	Фон + N_{30}	64,7	111,0	37,4	122,6
	Фон + $N_{30}K_{30}$	62,9	107,9	37,4	122,6
	Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	62,3	105,1	38,1	124,9
	<i>HIP₀₅</i>	4,4	-	2,1	-

Дерева сорту Основ'янська мали менший приріст пагонів порівняно з Конференцією, а істотно більшим серед варіантів удобрення він був у виробничому контролі (69,8 см). У період плодоношення і росту спостерігається

зменшення приросту пагонів, що було зумовлено активнішим закладанням плодкових бруньок і збільшенням врожайності. Найдовші пагони спостерігалися у дерев обох сортів були у варіанті $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль), де перевищення абсолютного контролю (без удобрення) становило відповідно 10 і 27 %. Такий активний ріст міг бути зумовлений підвищеними нормами азотного добрива. Збільшення приросту пагонів у обох досліджуваних сортів на ділянках з внесення добрив було істотним порівняно з абсолютним контролем тоді, як з виробничим – у межах похибки досліду.

Аналізуючи сумарний приріст пагонів груші (табл. 6.8) у досліді з оптимізованим удобренням можна зазначити, що він був істотно більшим на деревах сорту Основ'янською порівняно з Конференція в обох вікових періодах. Вплив добрив на цей показник був подібним із середнім приростом пагонів.

Згідно даних дисперсійного аналізу (додаток В.3) у період росту і плодоношення на показник приросту пагонів вплив сорту (чинник А) складав 19 % та удобрення (чинник В) – 26 %. У період плодоношення і росту відбулося зниження впливу удобрення та сорту – до 14 %.

Результати дослідження впливу ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення на висоту дерев груші свідчать, що в середньому за 2010–2012 рр. найвищі дерева були на ділянках з позакореневим внесенням 0,5 % Карбаміду + 0,3 % Реаком СР–СО на оптимізованому фоні ґрунтового живлення розрахунковими нормами макроелементів 2,91 м (табл. 6.9). Це збільшення було істотним порівняно з контролем (вода).

У період плодоношення і росту (2013–2018 рр.) спостерігалось збільшення висоти дерев у всіх досліджуваних варіантах. Найвищими дерева були у варіанті з внесенням позакоренево азоту і комплексного добрива на фоні ґрунтового оптимізованого удобрення 3,1 см. Це збільшення було істотним порівняно з контролем.

Характеризуючи середній приріст пагонів у різні вікові періоди плодоношення відмічається його зниження в усіх варіантах зі збільшенням врожайності насадження.

Сумарна довжина однорічних пагонів на деревах у повторно вирощуваному насадженні груші за різного удобрення

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період			
		росту і плодоношення (2010-2012 рр.)		плодоношення і росту (2013-2018 рр.)	
		м	%	м	%
Конференція	Без удобрення (контроль)	19,5	100,0	58,3	100,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	26,3	134,9	67,2	115,3
	Розраховані норми добрив (фон)	21,7	111,3	63,8	109,4
	Фон + N ₃₀	25,9	132,8	64,0	109,8
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	23,7	121,5	64,8	111,1
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	23,1	118,5	65,0	111,5
Основ'янська	Без удобрення (контроль);	34,7	100,0	79,3	100,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	37,1	106,9	87,1	109,8
	Розраховані норми добрив (фон)	39,2	113,0	84,0	105,9
	Фон + N ₃₀	37,8	108,9	84,6	106,7
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	36,8	106,1	85,2	107,4
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	36,2	104,3	85,7	108,1
HIP ₀₅		2,3	-	4,2	-

В середньому за роки досліджень у різні вікові періоди на ділянках варіантів із удобренням він був у межах 32,4–52,6 см, що є оптимальним для інтенсивних садів на слабкорослих підщепах [552].

Показники росту дерев груші сорту Золотоворітська залежно від удобрення та позакореневого підживлення

Ґрунтове удобрення	Позакоренеve підживлення	Висота дерев, м	Середня довжина пагонів, см	Сумарна довжина пагонів, м
середнє за 2010–2012 рр.				
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	2,49	45,2	13,5
	Карбамід 0,5 %	2,67	47,1	15,2
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	2,71	48,8	16,5
Розраховувана норма NPK	Вода (контроль)	2,67	45,6	15,2
	Карбамід 0,5 %	2,89	52,6	17,2
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	2,91	50,4	17,6
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,21</i>	<i>3,4</i>	<i>1,4</i>
середнє за 2013–2018 рр.				
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	2,75	30,7	15,4
	Карбамід 0,5 %	2,81	32,6	17,9
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	2,86	33,9	20,5
Розраховувана норма NPK	Вода (контроль)	2,83	32,4	16,7
	Карбамід 0,5 %	3,00	35,5	18,8
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	3,10	36,4	21,6
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,25</i>	<i>2,8</i>	<i>1,7</i>

Вплив ґрунтового удобрення на середній приріст пагонів відбувався в різні

вікові періоди плодоношення порівняно з варіантом (без добрив). Позакореневе підживлення азотом і азотом з комплексним добривом у період плодоношення та росту сприяло істотному збільшенню цього показника порівняно з контролем, відповідно, на 10 і 12 %.

У досліді 3 з позакореневим підживленням дерев груші сорту Основ'янська добривом DripFert в середньому за 2015–2018 рр. найбільший приріст пагонів спостерігався на деревах контрольного варіанта і з внесенням добрива DripFert (18-18-18+ME, 13-40-13+ME і 5-15-40+ME) у різні фази росту та розвитку дерев (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

Показники росту дерев груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення (середнє за 2015–2018 рр.)

Варіант удобрення	Приріст діаметра штамбу, мм	Середня довжина пагонів, см	Сумарна довжина пагонів, м
Вода (контроль)	8,5	36,2	16,8
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	7,9	44,8	23,2
DripFert 18-18-18+ME	7,7	42,0	18,9
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	7,9	42,5	22,4
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	8,1	42,9	23,4
<i>HIP₀₅</i>	0,5	3,5	1,8

Середня довжина пагонів у дослідних варіантах була в межах 36,2–42,9 см, що вважається оптимальним у насадженнях зерняткових культур. Серед варіантів удобрення найбільший приріст був у варіанті з підживленням 0,5 % карбамідом. Це збільшення порівняно з іншими удобрюваними варіантами знаходилося в межах похибки досліду. Сумарна довжина пагонів істотно більшою була в варіанті з внесенням добрива DripFert (18-18-18+ME, 13-40-13+ME і 5-15-40+ME)

у різні фази росту та розвитку дерев (23,4 м) та у виробничому контролі (карбамід 0,5 %) (23,2 м) порівняно з показниками в інших варіантах.

6.2. Площа листкової поверхні

Листя є основним продуцентом органічної речовини. Воно засвоює енергію від сонячного світла. Від інтенсивності фотосинтезу, який проходить в листі, залежить біологічна та господарська продуктивність дерев. Тому актуальним є дослідження формування листкового апарату насаджень яблуні і груші залежно від різних систем удобрення та оптимізованого живлення дерев.

Продуктивність агрофітоценозів безпосередньо залежить від створення оптимальних умов фотосинтетичної діяльності листкового апарату. Інтенсивність наростання листя в розрахунку на одиницю площі, в кінцевому результаті забезпечує високу продуктивність рослин. В цьому відношенні, велике значення має кількість листя та площа листкової поверхні [553, 554].

Площа листя у досліді залежала від площі листкової пластинки, яка різнилась по сортах, а також вікових періодів росту і плодоношення та рівнів мінерального живлення у варіантах удобрення. На молодих деревах яблуні сорту Айдаред на насіннєвій підщепі (1990–1996 рр.) площа листя була істотно більша в варіанті з внесенням тривалий період органічних добрив (на 42 % порівняно з контролем), а на вегетативній підщепі М.4 – із внесенням мінеральних добрив на (28 %) (табл. 6.11). Зі збільшенням віку дерев та наростанням об'єму крони (1997–2003 рр.) відбулося збільшення листкової поверхні в усіх досліджуваних варіантах, а найбільший показник був за органічної та органо-мінеральної систем удобрення на обох типах підщепи, у період повного плодоношення (2004–2016 рр.) спостерігався подібний вплив добрив.

За даними дисперсійного аналізу (додатки В.4) в перші два вікових періоди вирощування дерев яблуні сорту Айдаред на площу листкової поверхні більше залежала від підщепи відповідно 57 та 65 %, тоді як вплив удобрення був на низькому рівні. У період повного плодоношення відбулося

вирівнювання впливу підщепи (23 %) і удобрення (20 %).

Таблиця 6.11

**Площа листової поверхні на вирощуваних повторно деревах яблуні сорту
Айдаред залежно від удобрення**

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період					
		росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*		плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*		плодоношення (2007–2016 рр.)	
		тис. м ² /га	% до контролю	тис. м ² /га	% до контролю	тис. м ² /га	% до контролю
насіннева	Без добрив (контроль)	4,0	100,0	7,3	100,0	18,2	100,0
	Гній 40 т/га	5,7	141,8	9,8	135,7	22,8	125,3
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,6	138,8	9,7	133,7	21,2	122,0
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,5	111,2	8,3	113,9	19,7	110,8
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	2,7	100,0	4,2	100,0	14,4	100,0
	Гній 40 т/га	3,1	114,6	5,9	139,6	18,6	129,2
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,2	119,5	5,5	130,2	18,2	126,4
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	3,4	128,1	5,0	118,6	16,5	111,5
<i>НІР₀₅</i>		0,2	-	0,8	-	0,6	-

Примітка.* За даними Копитка П.Г.

Розміри площі листової поверхні на деревах сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі змінювались залежно від систем удобрення аналогічно зі змінами площі листків на деревах сорту Айдаред на насінневій підщепі (табл. 6.12).

**Площа листкової поверхні на деревах яблуні сорту Кальвіль сніговий
залежно від підщепи та системи удобрення за повторної культури**

Варіант удобрення	Показник у віковий період					
	росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*		плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*		плодоношення (2007–2016 рр.)	
	тис. м ² /Га	% до контролю	тис. м ² /Га	% до контролю	тис. м ² /Га	% до контролю
Без удобрення (контроль)	5,9	100,0	9,3	100,0	20,5	100,0
Гній 40 т/Га	7,6	129,1	12,4	133,8	24,5	119,7
20 т/Га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,9	118,5	11,8	126,8	23,7	115,7
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	6,6	112,3	11,2	120,2	23,0	112,1
<i>НІР</i> ₀₅	0,4	-	0,9	-	1,7	-

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У досліді з оптимізованим удобренням насаджень груші на величину сумарної листкової поверхні дерев у значній мірі впливали сортові особливості (табл. 6.13, додаток Б.5). Площа асиміляційної поверхні більшою була на деревах сорту Основ'янська порівняно з Конференцією. Характеризуючи варіанти удобрення, в період росту і плодоношення, збільшення площі листя у виробничому контролі та Фон + N₃₀ порівню з контролем становило 63 і 59 й 44 і 35 %.

У період плодоношення і росту істотне збільшення площі листя на деревах груші сорту Конференція у цих варіантах порівняно з контролем досягало 18 та 17 %, а сорту Основ'янська у варіантах N₉₀P₆₀K₉₀ (виробничий контроль) - 22 і Фон + N₃₀K₃₀ - 17 %.

**Площа листкової поверхні на деревах у повторно вирощуваному насадженні
груші за різного удобрення**

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період			
		росту і плодоношення, (2010–2012 рр.)		плодоношення і росту, (2013–2019 рр.)	
		тис. м ² /га	% до контролю	тис. м ² /га	% до контролю
Конференція	Без удобрення (контроль);	4,2	100,0	10,6	100,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	6,9	163,3	12,5	117,8
	Розраховані норми добрив (фон)	6,3	148,8	11,2	105,5
	Фон + N ₃₀	6,7	159,3	11,9	112,5
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	6,5	153,8	12,4	116,5
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6,2	148,3	12,2	115,2
Основ'янська	Без удобрення (контроль);	5,4	100,0	15,9	100,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	7,8	143,5	19,4	121,7
	Розраховані норми добрив (фон)	7,2	133,1	17,9	112,1
	Фон + N ₃₀	7,3	135,2	19,2	120,8
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	7,2	132,2	18,8	118,0
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	7,0	129,8	19,0	119,6
<i>НІР₀₅</i>		0,8	-	1,2	-

Площа листкової пластинки на деревах груші різнилась по сортах, а також зумовлювалась рівнями оптимізованого мінерального живлення у досліджуваних варіантах удобрення (табл. 6.14).

**Площа (см²), товщина (мкм) та питома поверхнева щільність (г/дм²)
листяної пластинки на деревах у повторно вирощуваному насадженні груші
за різного удобрення**

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період					
		росту і плодоношення, (2010–2012 рр.)			плодоношення і росту, (2013–2019 рр.)		
		см ²	мкм	г/дм ²	см ²	мкм	г/дм ²
Конференція	Без удобрення (контроль);	26,35	224	0,38	27,78	231	0,36
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	29,77	216	0,47	26,98	229	0,42
	Розраховані норми добрив (фон)	28,85	195	0,38	27,98	205	0,31
	Фон + N ₃₀	29,48	200	0,44	27,91	208	0,45
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	28,83	210	0,45	26,68	225	0,40
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	29,40	212	0,48	28,55	225	0,39
Оснoв'янська	Без удобрення (контроль);	26,27	221	0,30	22,90	244	0,37
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	32,55	204	0,37	29,03	227	0,34
	Розраховані норми добрив (фон)	30,47	211	0,33	27,08	235	0,38
	Фон + N ₃₀	31,80	203	0,31	28,28	222	0,36
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	31,53	197	0,35	28,78	219	0,35
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	32,00	211	0,34	27,28	232	0,45
<i>НІР₀₅</i>		2,2	20	0,03	2,4	21	0,03

У період росту і плодоношення площа листя найпомітніше збільшувалася в варіантах із внесенням N₉₀P₆₀K₉₀ і Фон + N₃₀P₃₀K₃₀ на деревах обох сортів. Зі збільшенням віку насаджень площа листяної пластинки на всіх деревах, крім контрольних сорту Конференція, зменшилася.

Поряд з площею листкової пластинки її товщина також значно пов'язана з будовою листка і певною мірою з його фотосинтетичним потенціалом. У період росту і плодоношення найбільше значення досліджуваного показника було на деревах груші обох сортів у контрольному варіанті (без удобрення) (224 і 221 мкм). Зі збільшенням віку дерев (період плодоношення і росту) спостерігалось потовщення листка по всіх варіантах. Вплив варіантів на досліджуваний показник був подібним до впливу в попередньому періоді.

Важливою морфологічною ознакою, що характеризує активність фотосинтезу, є питома поверхнева щільність листка, що являє співвідношення сухої маси до одиниці площі. Питома поверхнева щільність листка є показником інтенсивної роботи апарату фотосинтезу [555–557].

Залежно від сорту, варіантів удобрення та періодів росту дерев питома поверхнева щільність листка різнилася за роками. Так, у період росту і плодоношення вона була істотно за цим показником більшими величинами цього показника відрізнялися дерева сорту Конференція.

Серед варіантів удобрення більшою вона була у варіантах $N_{90}P_{60}K_{90}$ - 0,47 і 0,37 г/дм². У 2017 році в період плодоношення і росту відбулося її збільшення у сорту Основ'янська. Поверхнева щільність листка сорту Конференція була найбільшою у варіанті Фон + N_{30} - 0,45 г/дм², а сорту Основ'янська - Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$ теж - 0,45 г/дм².

У досліді 4 з ґрунтовим удобренням і позакореневим підживленням груші сорту Золотоворітська на величину сумарної листкової поверхні дерев у значній мірі впливав спосіб застосування добрив (табл. 6.15). У молодому віці, в період росту і плодоношення, вплив ґрунтового удобрення на площу листкової поверхні був істотним порівняно з контролем тоді, як у період плодоношення і росту – в межах похибки досліді. Серед варіантів позакореневого підживлення, в різні вікові періоди плодоношення, істотно більшою площею листків характеризувався варіант з внесенням карбаміду та комплексного добрива Реаком СР-СО, де підвищення порівняно з контролем становило, відповідно, 27 і 14 %.

Площа листкової поверхні дерев груші сорту Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення, тис.м²/га

Ґрунтове удобрення	Позакореневе підживлення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2018 рр.)
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	3,8	9,7
	Карбамід 0,5 %	4,5	10,6
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	5,1	11,1
Розрахована норма НРК	Вода (контроль)	4,4	10,4
	Карбамід 0,5 %	5,0	11,2
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	5,6	11,8
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,5</i>	<i>1,1</i>

У досліді з грушою сорту Золотоворітська в різні вікові періоди вегетування дерев було встановлено, що впливу на листову пластинку ґрунтового удобрення порівняно з неудобрюваним ґрунтом не відбувалося (табл. 6.16). Серед варіантів позакореневого підживлення виявлено збільшення досліджуваного показника за сумісного використання 0,5 % Карбамід + 0,3 % РЕАКОМ СР-СО. У період росту і плодоношення збільшення досліджуваного показника було істотним порівняно з контролем.

Подібний вплив добрив спостерігався із товщиною листя дослідних дерев. Характеризуючи питому щільність листя сорту Золотоворітська відмічається істотний вплив, в період росту і плодоношення та плодоношення і росту, ґрунтового удобрення на даний показник порівняно з контролем (без добрив)

відповідно на 0,08 і 0,10 г/дм² при НІР₀₅=0,04 та 0,05, а також достовірне підвищення її за сумісного удобрення азотом та комплексним добривом впродовж обох вікових періодів.

Таблиця 6.16

Площа (см²), товщина (мкм) та питома поверхнева щільність (г/дм²) листкової пластинки груші сорту Золотоворітська за ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення

Ґрунтове удобрення	Позакореневе підживлення	Показник у віковий період					
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)			плодоношення і росту (2013–2018 рр.)		
		см ²	мкм	г/дм ²	см ²	мкм	г/дм ²
Без добрив (контроль)	Вода (контроль)	12,16	204	0,46	14,35	212	0,44
	Карбамід 0,5 %	12,52	200	0,49	13,00	209	0,47
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	13,36	206	0,52	15,25	215	0,50
Розрахована норма НРК	Вода (контроль)	12,32	198	0,58	13,95	204	0,54
	Карбамід 0,5 %	12,56	192	0,63	12,70	197	0,61
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	13,84	213	0,74	14,85	221	0,71
<i>НІР₀₅</i>		<i>1,01</i>	<i>14</i>	<i>0,04</i>	<i>1,18</i>	<i>16</i>	<i>0,05</i>

Характеризуючи площу листкової поверхні груші сорту Основ'янська у досліді з позакореневим підживленням спостерігається її найвищий показник в перший рік досліджень у виробничому контролі карбамід 0,5 % 20,53 тис. м²/га (табл. 6.17). У подальшому в 2016–2017 рр. внесення добрива DripFert 18-18-18+ME сприяло істотному збільшенню площі листкової поверхні порівняно з

контролем, а у 2016 році і виробничим контролем. В середньому за роки досліджень застосування DripFert 18-18-18+ME сприяло істотному збільшенню площі листя порівняно з контролем (вода) на 17 %.

Таблиця 6.17

**Площа листкового покриву дерев груші сорту Основ'янська за
позакореневого підживлення, тис. м²/га**

Варіант удобрення	Рік досліджень			Середнє
	2015	2016	2017	
Вода (контроль)	18,79	20,43	22,75	20,66
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	20,53	24,10	26,83	23,82
DripFert 18-18-18+ME	19,90	24,84	27,55	24,10
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	19,57	23,60	27,17	23,45
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	19,77	22,51	26,94	23,07
<i>HIP₀₅</i>	1,8	2,3	2,5	-

Загальна площа листкової поверхні в значній мірі залежала від площі листкової пластинки, яка змінювалася під впливом досліджуваних варіантів (табл. 6.18). На початку досліджень (2015 р.) більша площа листкової пластинки була на ділянках контролю (без удобрення) 22,8 см², хоча порівно з іншими досліджуваними варіантами це збільшення було не істотним. У 2016 році відбулося збільшення площі листкової пластинки в усіх досліджуваних варіантах, а найбільшою вона була в варіанті виробничого контролю (24,5 см²) і DripFert 18-18-18+ME (23,4 см²). Вплив досліджуваних варіантів на листкову пластинку у 2017 році був подібним до 2015 року. В середньому за 2015 – 2017 рр. найбільша площа листкової пластинки була на ділянках контрольних варіантів, що можливо було зумовлено меншим навантаженням дерев плодами і відсутністю зрошення.

**Площа листкової пластинки дерев груші сорту Основ'янська за
позакореневого підживлення, см²**

Варіант удобрення	Рік досліджень			Середнє
	2015	2016	2017	
Вода (контроль)	22,8	23,0	23,7	23,2
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	22,4	24,5	22,7	23,2
DripFert 18-18-18+ME	21,8	23,4	21,8	22,3
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	22,7	22,8	23,0	22,8
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	22,2	21,3	22,1	21,9
<i>HIP₀₅</i>	2,1	2,2	2,0	-

Впродовж усіх років досліджень в цих варіантах було встановлено підвищення площі листкової пластинки порівняно з іншими варіантами, за виключенням 2015 року, де найбільша площа листка була за внесення DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME.

6.3. Параметри крон

Важливим показником залежності продуктивності молодого насадження, зокрема вегетативного росту плодкових дерев є розростання крони та освоєння ними повітряного простору. Відомо, що оптимальним рівнем розростання крони й освоєння площі живлення плодковими деревами є 70 % [557–559]. Із віком дерев освоєння площі живлення дерева яблуні та груші змінювалося і в певній мірі цей показник залежав від сортових особливостей, типу підщепи та варіантів удобрення. Освоєння площі живлення деревами сорту Айдаред на насіннєвій підщепі в довготривалому досліді в 1996 році (період росту і плодоношення) на

ділянках органічної та органо-мінеральної систем удобрення було на 14 – 11 % більшим від показників контрольного варіанту (без удобрення) (табл. 6.19).

Таблиця 6.19

**Ступінь освоєння площі живлення деревами яблуні сорту Айдаред за
повторної культури, %**

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період		
		росту і плодоношення (1996 р.)*	плодоношення і росту (2003 р.)*	плодоношення (2016 р.)
насіньсва	Без добрив (контроль)	20,0	40,1	64,7
	Гній 40 т/га	22,6	44,5	72,1
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,3	43,7	70,8
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	23,9	45,4	71,5
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	15,2	31,8	55,5
	Гній 40 т/га	18,5	35,2	68,4
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,4	34,1	65,3
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	19,1	33,9	63,8
<i>НІР₀₅</i>		<i>1,5</i>	<i>3,4</i>	<i>6,3</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

Освоєння площі живлення деревами на вегетативній підщепі М.4 було дещо меншим (в 1,3 рази), ніж на сильнорослішій підщепі, а кращою серед систем удобрення була мінеральна. Збільшення освоєння площі живлення деревами на обох типах підщепах було достовірним майже в усіх варіантах з удобренням. Період плодоношення і росту краще освоювали площу живлення дерева на насіннєвій підщепі у варіанті з внесенням мінеральних добрив, а на вегетативній М.4 – при внесенні 40 т/га гною. У період плодоношення насаджень 32-річні

дерева на насіннєвій підщепі у варіантах удобрення освоювали площу живлення у межах оптимального рівня 71–72 %. Дерев на підщепі М.4 цього рівня не досягнули, що зумовлено неоднаковою площею живлення (7×5 м) для дерев на середньорослій підщепі.

Дерева сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі (табл. 6.20), як у 1996, так і в 2003 роках в більшій мірі освоювали площу живлення у варіантах з внесенням окремо мінеральних та органічних добрив.

Таблиця 6.20

Ступінь освоєння площі живлення деревами яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі залежно від системи удобрення за повторної культури, %

Варіант удобрення	Показник у віковий період		
	росту і плодоношення (1996 р.)*	плодоношення і росту (2003 р.)*	плодоношення (2016 р.)
Без удобрення (контроль)	20,3	44,1	70,4
Гній 40 т/га	25,1	48,2	87,2
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,8	47,9	81,7
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	27,5	51,6	83,9
<i>НІР</i> ₀₅	2,1	4,3	7,2

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У 2016 році освоєння площі живлення сягало оптимуму, а серед систем удобрення найбільші показники були за внесення через рік 40 т/га гною. Всі варіанти удобрення мали істотне збільшення досліджуваного порівняно з контролем.

У насадженні груші оптимізоване удобрення також впливало на зміну параметрів крони, що є одним із основних показників вегетативного росту дерев у різні вікові періоди (табл. 6.21). В період росту і плодоношення дерев груші сортів Конференція і Основ'янська на досліджувані показники значний вплив мало

азотне та калійне живлення, особливо в складі повного мінерального ($N_{90}P_{60}K_{90}$), а також додатково за фонового внесення при доведенні оптимальних рівнів ($N_{30}K_{30}$). У цих варіантах спостерігалось достовірне збільшення площі проекції крони та освоєння площі живлення порівняно з контролем.

Таблиця 6.21

Проекція крони та ступінь освоєння площі живлення деревами у повторно вирощуваному насадженні груші за різного удобрення

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період			
		росту і плодоношення (2011 р.)		плодоношення і росту (2018 р.)	
		площа проекції крони, м ²	освоєння площі живлення, %	площа проекції крони, м ²	освоєння площі живлення, %
Конференція	Без удобрення (контроль)	1,32	10,2	2,12	14,1
	$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	1,57	12,7	2,99	19,9
	Розраховані норми добрив (фон)	1,38	12,0	2,36	15,8
	Фон + N_{30}	1,42	12,3	2,47	18,3
	Фон + $N_{30}K_{30}$	1,52	12,5	2,93	19,6
	Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	1,44	12,3	2,31	17,6
Оснoв'янська	Без удобрення (контроль)	1,62	12,6	2,85	19,0
	$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	1,98	14,9	3,96	27,8
	Розраховані норми добрив (фон)	1,73	13,2	3,33	22,2
	Фон + N_{30}	1,84	13,7	3,38	25,7
	Фон + $N_{30}K_{30}$	1,88	14,1	3,39	22,6
	Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	1,83	13,5	3,27	25,0
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,18</i>	<i>0,9</i>	<i>0,41</i>	<i>1,4</i>

Збільшення освоєння площі живлення деревами сорту Конференція в період плодоношення і росту було не високим, що можливо було зумовлено відсутністю зрошення та слаборослістю даного сорту. Серед варіантів удобрення істотніше освоєння площі відбулося на ділянках виробничого контролю 19,9 і Фон + N₃₀K₃₀ 19,2 %. Дерева сильнорослого сорту Основ'янська мали вищий відсоток освоєння площі живлення, зокрема у варіанті N₉₀P₆₀K₉₀ на 27,8 і Фон + N₃₀ - 25,7 %.

У період плодоношення і росту за внесення N₉₀P₆₀K₉₀ (виробничий контроль) істотно збільшувалася площа проекції крони у дерев обох досліджуваних сортів. Згідно дисперсійного аналізу (додаток В.7) у вікові періоди вплив на досліджуваний показник чинника А (сорт) 36 і 34 %, а чинника В (удобрення) – 20 і 19 %.

Восьмирічні дерева сорту Золотоворітська істотно більшу, порівняно з контролем, площу проекції крони мали за позакоренево підживлення 0,5 % карбамідом, як за оптимізованого ґрунтового удобрення 2,29 м², так і без внесення добрив (2,26 м²) (табл. 6.22).

Таблиця 6.22

Проекція крони та ступінь освоєння площі живлення деревами груші сорту Золотоворітська за ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення (2018 р).

Ґрунтове удобрення	Позакоренево підживлення	Площа проекції крони, м ²	Освоєння площі живлення, %
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	1,95	13,0
	Карбамід 0,5 %	2,26	15,1
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	2,14	14,3
Розрахована норма НРК	Вода (контроль)	2,01	13,4
	Карбамід 0,5 %	2,29	15,3
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	2,17	14,5
<i>НІР₀₅</i>		0,25	1,4

Освоєння площі живлення деревами у варіантах з внесенням добрив порівняно з контролем було вищим на 11–13 %. Найбільшими дерева були у варіанті з позакореневим підживленням азотом. Порівнюючи показники удобрюваних дерев із контрольними (без удобрення) можна відмітити, що вони були вищими хоча дані збільшення знаходилися в межах похибки досліду.

У досліді з вивчення комплексного добрива DripFert (табл. 6.23) був виявлений вплив добрив, зокрема внесення DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME і DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME, на площу проекції крони та освоєння деревами площі живлення. Ці збільшення були істотними порівняно з контролем (вода) та у межах похибки досліду порівняно з виробничим контролем (0,5 % карбамід).

Таблиця 6.23

**Проекція крони та ступінь освоєння площі живлення деревами груші сорту
Основ'янська за позакореневого підживлення, (2017 р.)**

Варіант удобрення	Площа проекції крони, м ²	Освоєння площі живлення, %
Вода (контроль)	2,87	19,1
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	3,14	20,9
DripFert 18-18-18+ME	3,12	20,8
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	3,21	21,4
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	3,26	21,7
<i>HIP₀₅</i>	0,23	1,9

Висока продуктивність насаджень яблуні та груші в значній мірі зумовлена оптимальним співвідношенням між процесами росту і плодоношення. Об'єм крони дерев являється одним із основних показників вегетативного росту дерев (табл. 6.24). Дані досліджень показали, що впродовж всіх вікових періодів росту і

плодоношення застосування різних варіантів удобрення сприяло збільшенню об'єму крон досліджуваних дерев сорту Айдаред на обох типах підщепи порівняно з контрольними показниками в варіанті без удобрення.

Таблиця 6.24

Об'єм крони дерев яблуні сорту Айдаред залежно від підщепи та удобрення за повторної культури

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період					
		росту і плодоношення (1996 р.)*		плодоношення і росту (2003 р.)*		плодоношення (2016 р.)	
		м ³	%	м ³	%	м ³	%
насіenneва	Без удобрення (контроль)	8,5	100,0	32,1	100,0	41,7	100,0
	Гній 40 т/га	9,7	114,1	39,6	123,4	50,3	120,6
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,7	114,1	39,1	121,8	49,5	118,7
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	9,5	111,8	38,8	120,9	49,0	117,5
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	7,8	100,0	25,0	100,0	31,4	100,0
	Гній 40 т/га	8,3	106,4	27,8	111,2	38,2	121,7
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,1	103,8	27,8	111,2	38,0	121,0
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,9	101,3	26,2	104,8	37,8	120,4
<i>НІР₀₅</i>		0,6	-	2,1	-	3,2	-

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У молодому віці дерев (1996 р.), порівняно з іншими періодами, спостерігався незначний вплив добрив на досліджуваний показник, а серед варіантів удобрення істотно вищі показники були за внесення органічних і органо-мінеральних добрив порівняно з контролем.

У період росту і плодоношення (2003 р.) спостерігалось підвищення об'єму крони дерев яблуні сорту Айдаред по всіх варіантах, зокрема найбільшим він був за органічної та органо-мінеральної системи на обох підщепах відповідно на 23 і 22 й 11 % вищий порівняно з контролем. Характеризуючи найбільш продуктивний період вирощування насаджень, період плодоношення, відмічається істотне збільшенню об'єму крони дерев (на 38 %) на насіннєвій підщепі порівняно з вегетативною М.4. Серед варіантів удобрення найвищі показники отримані за внесення органічних та органо-мінеральних добрив, але вплив добрив на об'єм крони у дерев на насіннєвій підщепі зменшився порівняно з попереднім періодом плодоношення і росту. Перевищення контролю (без удобрення) в даних варіантах було на 21 і 19 %. У дерев на вегетативній підщепі М.4 вплив добрив був істотно вищим і перевищував контроль на 20–22 %.

Згідно даних дисперсійного аналізу (додаток В.8) у 1996 році вплив підщеп (чинник А) на цей показник сягав рівня 18 %, тоді як удобрення (чинник В) був на рівні 4 %. У період плодоношення і росту (2003 р.) та плодоношення (2016 р.) вплив підщепи становив 49 і 54, тоді як удобрення 7 і 12 %.

Об'єм крони дерев сорту Кальвіль сніговий у 1996–2016 рр. (табл. 6.25) був істотно більший у всіх варіантах з удобренням порівняно з контрольним. Найбільші крони дерев були на ділянках варіанту з внесенням $N_{120}P_{120}K_{120}$ і істотно перевищували контрольні дерева в різні вікові періоди відповідно на 27, 29 та 23 %. Порівняно з деревами сорту Айдаред на цій підщепі в Кальвілія снігового був значно більший об'єм крони, що зумовлено силою росту сорту.

В середньому за роки досліджень у варіантах удобрення об'єм крони значно перевищував контрольний варіант, де 84 років не вносили добрив. Особливо відрізнялися варіанти з внесенням 40 т/га гною і $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Характеризуючи показники об'єму крони дерева в досліді з оптимізованим удобрення груші можна зазначити, що істотно більшим у 2012 р. він був у сорту Основ'янська порівняно з Конференцією (табл. 6.26). Серед варіантів удобрення найбільше впливав на молоді дерева сорту Конференція варіант Фон + $N_{30}K_{30}$ 1,7 м³ (на 31 % більше контролю), а сорту

Основ'янська - $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль) $2,6 \text{ м}^3$ (на 37 % більше контролю).

Таблиця 6.25

**Об'єм крони дерев яблуні сорту Кальвіль сніговий залежно від системи
удобрення за повторної культури**

Варіант удобрення	Показник у віковий період					
	період росту і плодоношення (1996 р.)*		період плодоношення і росту (2003 р.)*		період плодоношення (2016 р.)	
	м^3	% до контролю	м^3	% до контролю	м^3	% до контролю
Без удобрення (контроль)	9,7	100,0	34,7	100,0	45,7	100,0
Гній 40 т/га	11,4	117,5	43,3	124,8	54,2	118,6
20 т/га гною + $N_{60}P_{60}K_{60}$	11,0	113,4	41,9	120,7	51,8	113,3
$N_{120}P_{120}K_{120}$	12,3	126,8	44,7	128,8	56,4	123,4
$НІР_{05}$	0,8	-	3,5	-	4,8	-

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту (2018 р) відбулося збільшення об'єму дерев, а також впливу добрив у всіх варіантах удобрення. Найбільшим об'єм крони обох дослідних сортів груші був у варіанті виробничого контролю, де вносили $N_{90}P_{60}K_{90}$. Щодо сортових особливостей істотне збільшення цього показника було в сорту Основ'янська – на $1,3 \text{ м}^3$ при $НІР_{05} = 0,6$. Різне реагування сортів на удобрення підтверджується і результатами дисперсійного аналізу (додаток В.9). Так, у 2012 році сорти різнилися на 54 %, а вплив добрив сягав 12 % і в 2017 р. (в період плодоношення і росту) відповідні показники становили 34 і 23 %.

**Об'єм крони дерев у повторно вирощуваному насадженні груші за різного
удобрення**

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період			
		росту і плодоношення 2012 р.		плодоношення і росту 2018 р.	
		м ³	%	м ³	%
Конференція	Без удобрення (контроль)	1,3	100,0	3,1	100,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	1,6	123,1	4,9	158,1
	Розраховані норми добрив (фон)	1,3	100,0	3,9	125,8
	Фон + N ₃₀	1,4	107,7	4,5	145,2
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	1,7	130,8	4,7	151,6
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,6	123,1	4,1	132,3
Оснoв'янська	Без удобрення (контроль)	1,9	100,0	4,4	100,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	2,6	136,8	6,9	156,8
	Розраховані норми добрив (фон)	2,1	110,5	5,5	125,0
	Фон + N ₃₀	2,3	121,1	6,5	147,7
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	2,4	126,3	5,7	129,5
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,3	121,1	6,2	140,9
<i>НІР₀₅</i>		0,2	-	0,6	-

Отже, дослідженнями встановлено, що на фітотричні показники росту дерев яблуні та груші різних сортопідщепних комбінувань внесення добрив виявляло значний вплив. Разом з тим посилений ріст дерев яблуні, як показали результати досліджень і їх плодоношення, відповідало підвищеній

продуктивності насадження в цілому, що не можна сказати про насадження груші, де надмірний ріст дерев, особливо у виробничому контролі за щорічного внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$, не сприяв підвищенню загальної продуктивності насаджень, зокрема врожайності, особливо в період її наростання.

Висновки до розділу 6

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

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

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

Позакореневе підживлення 0,5 % Карбамідом в поєднанні з 3 % Реаком СР-СО (на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення) активізує ріст молодих дерев груші зі збільшенням середньої і сумарної довжини пагонів відповідно на 10,5 і 15,7 %.

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

4. Встановлено, що освоєння площі живлення деревами яблуні та груші

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

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

Матеріали розділу 6 опубліковано та апробовано в працях.

1. 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.
2. Яковенко Р.В. Вплив оптимізованого удобрення на листову поверхню та врожайність груші за повторного вирощування. *Вісник Харківського НАУ*. Харків, 2021. № 1. С. 144–155.
3. Yakovenko R., Kopytko P., Pelekhatyi V. The content of chlorophyll and nutrients in apple leaves depending on long-term fertiliser. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(2). P. 93-98. DOI: 10.48077/scihor.24(2).2021. (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).
4. Yakovenko R. Total and fractional composition of water in pear leaves depending on the optimised fertiliser. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(3). P. 45-51. DOI: 10.48077/scihor.24(3).2021.
5. 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

6. Яковенко Р.В. Ріст дерев груші залежно від оптимізації мінерального живлення за вирощування в садозміні. *Тези наук. конф. молодих учених.* (м. Умань, 6 березня 2012 р.). Умань, 2012. С. 120–121.
7. Яковенко Р.В., Тертичний В.Д. Особливості росту і плодоношення дерев груші сорту Конференція залежно від удобрення. *Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив: матер. Всеукр. наук.-практ. конф.* Умань, 2017. С. 25–27 (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).
8. Яковенко Р.В. Ростові показники дерев груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення. *Інновації в садівництві: матер. Міжн. наук. інтер.-конф.* (м. Умань, 10 березня 2017 р.). Умань. 2021. С. 25 – 27.
9. **Яковенко Р.В.,** Копитко П.Г. Ростові показники дерев груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення. *Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення: матер. Міжн. наук.-практ. конф* (м. Житомир, 2-3 червня 2022 р.). Житомир, 2022. С. 317 – 320.

РОЗДІЛ 7

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

7.1. Плодоношення насаджень

Залежно від рівнів ґрунтового мінерального живлення на ділянках досліджуваних варіантів удобрення молоді дослідні дерева сорту Кальвіль сніговий починали плодоносити з різною інтенсивністю. Так, у період росту і плодоношення на всіх удобрюваних ділянках кількість квіток була істотно більша, ніж на контрольних неудобрюваних, - на 80–120 шт./дер. за найменшої істотної різниці 50 шт., а навантаження дерев плодами теж було істотно більшим на 24–29 плодів за $HP_{05}=11$ (табл. 7.1). У варіантах із різним удобренням показники інтенсивності цвітіння та навантаження дерев плодами істотно не відрізнялися.

У віковому періоді плодоношення і росту збереглися аналогічна закономірність цвітіння, а формування плодів уже відбулося найкраще на ділянках варіантів органічної системи удобрення з вищими рівнями родючості ґрунту, а також за органо-мінерального удобрення, але істотної різниці між цими показниками плодоношення не виявлено. Порівняно з контрольним варіантом без удобрення істотно більше квіток на деревах було лише в варіанті з удобренням гноєм – на 220 шт. (8 %). Кількість плодів на дереві на всіх удобрюваних ділянках була істотно більша, ніж на контрольних без удобрення, на 55–91 шт. (13–22 %), а залежно від різного удобрення істотних відмінностей не було, однак дещо більше плодів на деревах спостерігалось у варіанті з органічним удобренням.

У періоді плодоношення квітування дерев у всіх варіантах не відрізнялось істотно. За органічної та органо-мінеральної систем удобрення квіток на деревах було більше на 3 %, а за мінеральної – на 2 % менше, ніж на контрольних без удобрення. Плодів найбільше було на деревах у варіанті з удобренням гноєм – на 81 шт. (19 %), що істотно більше від кількості на контрольних неудобрюваних

ділянках. В інших варіантах удобрення відмінності були не істотні: за органічно-мінерального удобрення їх було більше на 14 %, а за мінерального – лише на 13 %.

Таблиця 7.1

Інтенсивність цвітіння дерев та навантаження їх плодами в повторно вирощуваному насадженні яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі за різного удобрення

Варіант удобрення	Показник у віковий період					
	росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*		плодоношення і росту (1997-2003 рр.)*		плодоношення (2007-2016 рр.)	
	кількість квіток, тис. шт./дерев	кількість плодів, шт./дерев	кількість квіток, тис. шт./дерев	кількість плодів, шт./дерев	кількість квіток, тис. шт./дерев	кількість плодів, шт./дерев
Без удобрення (контроль)	0,45	88	2,67	421	2,75	551
Гній 40 т/га	0,57	117	2,89	512	2,83	632
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,53	112	2,82	481	2,82	600
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,58	116	2,85	476	2,69	564
<i>НІР</i> ₀₅	0,05	11	0,21	46	0,22	53

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

Залежно від рівня ґрунтового мінерального живлення та інших показників родючості ґрунту, на ділянках з удобренням молоді дерева сорту Айдаред почали плодоносити з різною інтенсивністю, зокрема дещо раніше почали цвісти на вегетативній підщепі М.4, порівняно з насіннєвою. На всіх удобрюваних ділянках із обома сортопідщепними комбінуваннями кількість квіток відповідно на 80–130 і 30–70 шт./дерев більша, ніж на контрольних без удобрення (рис. 7.1). У період плодоношення та росту дерева на обох підщепах більш активно цвіли за

органічного удобрення з істотно – на 13 і 16 % більшою від контрольної. За орґано-мінерального та мінерального удобрення подібне перевищення неістотне - відповідно на 9 % та 7 і 5 %. У найбільш продуктивний віковий період плодоношення дерева сорту Айдаред на насіннєвій підщепі цвіли подібно до попереднього, а на вегетативній М.4 активніше, ніж у попередній період.

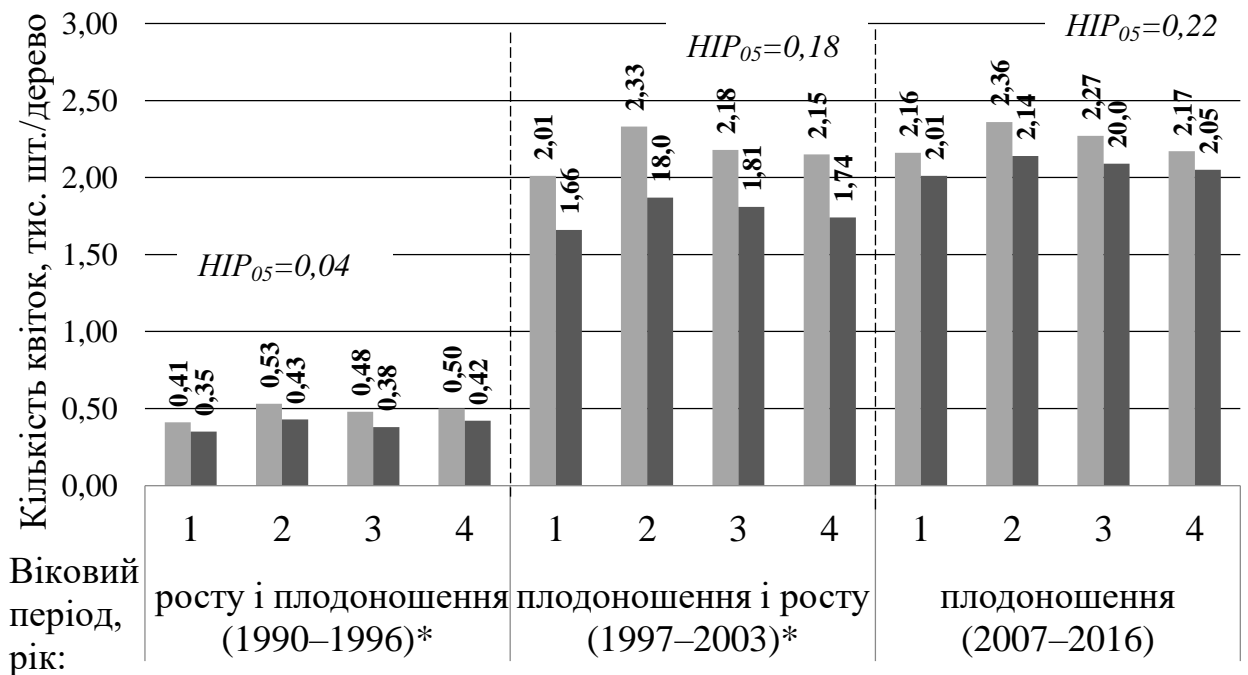


Рис. 7.1 Інтенсивність цвітіння дерев яблуні сорту Айдаред на насіннєвій (□) і вегетативній М.4 (■) підщепях залежно від удобрення за повторного вирощування: 1 – без удобрення (контроль), 2 – гній 40 т/га, 3 – гній 20 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$, 4 – $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Примітка. *За даними П.Г. Копитка

На відміну від цвітіння варіанти удобрення менше впливали на зав'язування плодів у різні вікові періоди росту і плодоношення. Так, у період росту і плодоношення, коли дерева починали плодоносити цей показник на насіннєвій підщепі був майже на одному рівні 22,5 - 23,5 % й дещо вищими його значення були у варіантах з удобренням. На вегетативній підщепі зав'язування плодів на ділянках органічного і орґано-мінерального удобрення теж незначно перевищувало його показники в контрольному варіанті та з мінеральними добривами відповідно на 1,9 і 1,8 % й 1,5 і 1,4 % (табл. 7.2).

Зав'язування плодів на повторно вирощуваних деревах яблуні сорту Айдаред за різного удобрення, %

Підщепа	Варіант удобрення	Показник у віковий період		
		росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*	плодоношення (2007–2016 рр.)
насіннєва	Без добрив (контроль)	22,5	14,6	21,8
	Гній 40 т/га	23,2	15,9	22,2
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	23,5	16,8	22,6
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	23,0	15,3	22,2
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	22,9	16,7	22,7
	Гній 40 т/га	24,8	18,6	23,3
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,7	19,0	22,9
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	23,3	17,8	22,7
<i>НІР₀₅</i>		<i>1,7</i>	<i>1,3</i>	<i>1,5</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту відбулося деяке зниження (на 6–8 %) зав'язування плодів на деревах обох сортопідщепних комбінуваль, що було зумовлено несприятливими погодними умовами під час цвітіння дерев. У цей період внесення органічного добрива та його поєднання з мінеральними сприяло істотному підвищенню зав'язування порівняно з контролем – на сильнорослих деревах збільшення становило 9 і 15 % та підщепі М.4 – 11 і 14 %. У найбільш продуктивний період плодоношення плоди зав'язувалися краще, ніж у попередній, а відсоток зав'язування у дерев на насіннєвій і вегетативній М.4

підщепах сягав рівня відповідно 21,8–22,6 та 22,7–23,3 %.

Помітно впливали досліджувані системи удобрення й на формування врожаю плодів упродовж вегетаційного періоду від зав'язування до визрівання. У період росту і плодоношення на всіх удобрюваних ділянках навантаження дерев плодами істотно перевищувало його в контрольному варіанті – кількість їх на сильнорослих деревах була більшою на 23 - 33 і на слаборослих – на 14 - 19 шт./дерево за $НІР_{05}=10$ (рис.7.2).

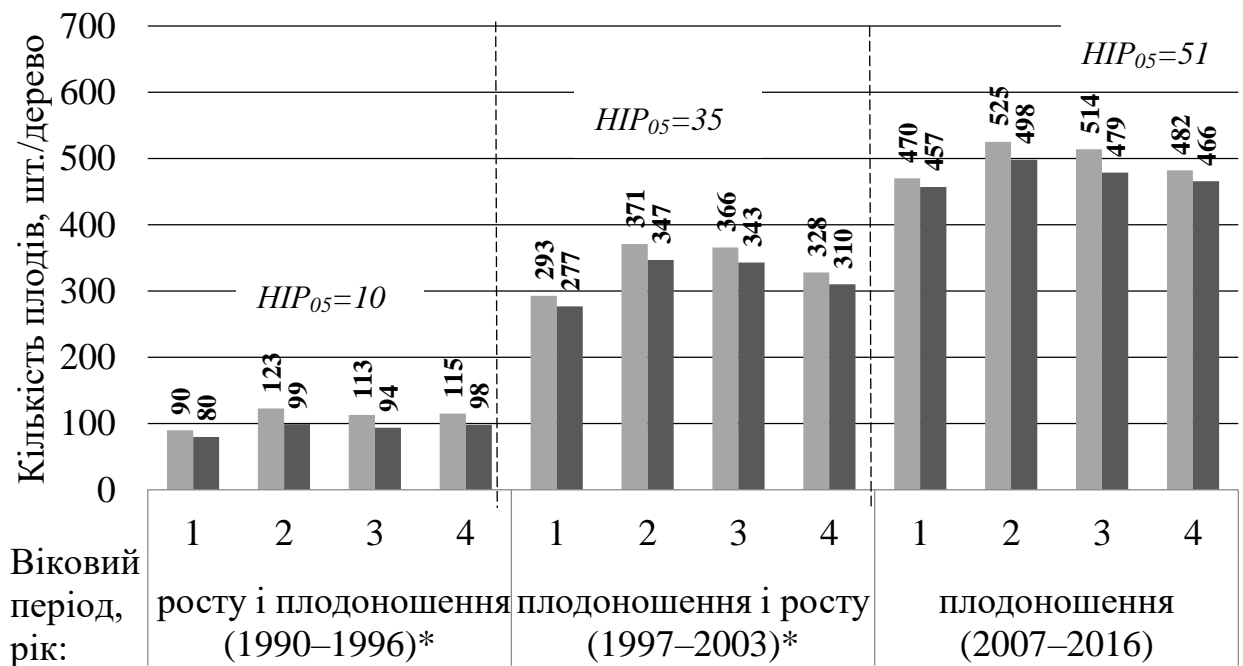


Рис. 7.2 Навантаження дерев плодами яблуні сорту Айдаред на насіннєвій (□) і вегетативній М.4 (■) підщепах залежно від удобрення за повторного вирощування: 1 – без удобрення (контроль), 2 – гній 40 т/га, 3 – гній 20 т/га + N₆₀P₆₀K₆₀, 4 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту кількість плодів на дереві також була істотно більшою в усіх варіантах із удобренням. У варіанті з органічною системою вона істотно перевищувала й показник за мінеральної системи удобрення. У найбільш продуктивному віковому періоді плодоношення дерев на обох підщепах плодів було істотно більше на 12 і 9 % за органічного удобрення порівняно з їх кількостями в контрольному. А навантаження дерев плодами в варіантах із органо-мінеральним і мінеральним удобренням не відрізнялось істотно від

контрольних неудобрюваних, хоча й від показників органічної системи воно теж різнилося не істотно. За мінеральної системи удобрення навантаження дерев плодами мало відрізнялося від їх кількості на контрольних деревах.

У досліді 2 з оптимізації родючості ґрунту більшою кількістю квіток (256–314 шт./дер.) в період росту і плодоношення насадження груші (2010–2012 рр.) вирізнялися дерева сорту Конференція (рис. 7.3, табл. 7.3). Найбільший показник – за додаткового до оптимізованого фону мінерального живлення (на основі розрахованих норм) внесення N_{30} та $N_{30}K_{30}$, з істотним перевищенням результату контрольного варіанту (без удобрення). Активність цвітіння дерев сорту Основ'янська нижча, однак на усіх ділянках з удобренням кількість квіток істотно перевищила контрольні.

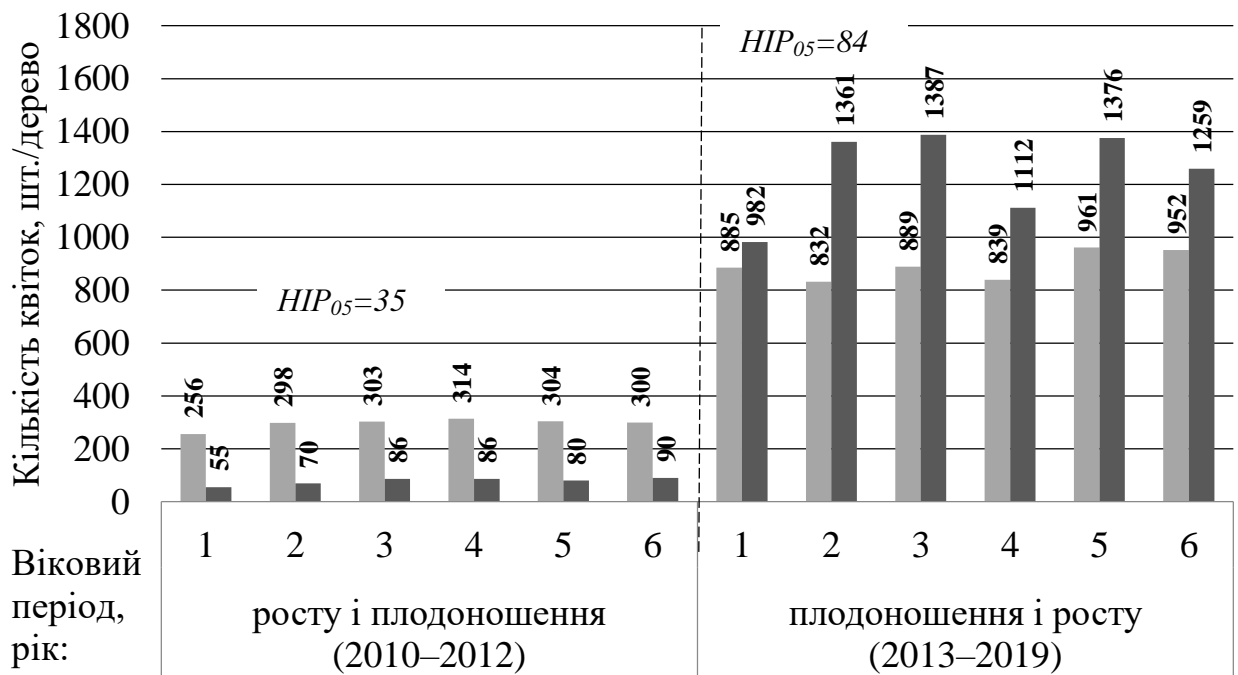


Рис. 7.3 Інтенсивність цвітіння дерев груші сорту Конференція (□) і Основ'янська (■) залежно від удобрення в різні вікові періоди: 1 - без удобрення (контроль), 2 - $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль), 3 - розраховані норми добрив (фон), 4 - фон+ N_{30} , 5 - фон+ $N_{30}K_{30}$, 6 - фон+ $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Значно більша кількість квіток обох сортів у період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) на деревах обох сортів. Найбільш активно цвіли дерева сорту Основ'янська на ділянках з розрахованими нормами добрив (фон) і з додатковим внесенням $N_{30}K_{30}$, де показник відповідно на 405 і 394 більший контролю без

добрив. Результат сорту Конференція нижчий – 832–961 шт./дерево, з максимумом у варіанті фон + N₃₀K₃₀, що на 76 шт./дер. перевищило контроль (НІР₀₅ = 59).

Таблиця 7.3

**Інтенсивність квітування дерев груші за різного удобрення
(результати дисперсійного аналізу), шт./дерево**

Вікові періоди	Сорт			Варіант удобрення						
	К	О	НІР ₀₅	1	2	3	4	5	6	НІР ₀₅
росту і плодоношення 2010–2012 рр.	295	78	14	156	184	195	200	192	195	25
плодоношення і росту 2013–2019 рр.	893	1246	34	934	1097	1138	976	1169	1106	59

Примітка: К – Конференція; О – Основ'янська; 1 – без удобрення (контроль), 2 – N₉₀P₆₀K₉₀ (виробничий контроль); 3 – розраховані норми добрив (фон), 4 – фон + N₃₀; 5 – фон + N₃₀K₃₀; 6 – фон + N₃₀P₃₀K₃₀.

Згідно даних дисперсійного аналізу (додаток Д.1) у 2010–2012 рр. вплив сорту (чинник А) на кількість квітів на дереві сягав рівня 88 % тоді, як удобрення (чинник В) - на рівні 2 %. У період з 2013–2019 рр. співвідношення впливу досліджуваних факторів дещо змінилося, зокрема вплив сорту знизився до 42 %, а удобрення підвищилося – 10 %.

Ступінь зав'язування плодів залежав від вікових періодів, сорту та варіантів удобрення (табл. 7.4). У період росту і плодоношення (2010–2012 рр.) на деревах сорту Конференція найбільше їх зав'язувалось у варіанті фон + N₃₀K₃₀ – 20,9 %, а сорту Основ'янська – Фон + N₃₀ – 23,5 %. У наступний період з 2013–2019 рр. ступінь зав'язування плодів помітно знизився. Найбільше їх зав'язувалось на деревах сорту Конференція у варіанті фон + N₃₀, де перевищення абсолютного та виробничого контролів становило 3,2 і 1,3 %, а сорту Основ'янська - 2,0 і 2,4 %.

Навантаження дерев плодами, у період росту і плодоношення, на всіх ділянках дослідних варіантів з удобренням істотно перевищувало кількість плодів на контрольних деревах обох сортів без удобрення (табл. 7.5). Найбільше плодів

сорту Конференція зберігалось до початку збирання врожаю у варіанті фон + N₃₀K₃₀, де їх було на 13 і 6 шт./дерево більше, ніж на контролі (без удобрення) та виробничому контролі.

Таблиця 7.4

Зав'язуваність плодів груші залежно від удобрення в різні вікові періоди, %

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2019 рр.)
Конференція	Без удобрення (контроль)	19,5	15,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	19,0	17,0
	Розраховані норми добрив (фон)	19,1	15,3
	Фон + N ₃₀	18,5	18,3
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	20,9	16,5
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	19,5	16,1
Основ'янська	Без удобрення (контроль);	22,6	10,9
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	23,4	10,5
	Розраховані норми добрив (фон)	22,6	9,2
	Фон + N ₃₀	23,5	12,9
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	22,8	10,6
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	21,6	11,4
<i>НІР₀₅</i>		2,2	1,1

Найбільше плодів обох сортів у період плодоношення та росту у варіанті фон + N₃₀ з перевищенням контролю відповідно 39 і 36 шт./дер. (НІР₀₅ = 7). Порівняно з Конференцією навантаження плодами дерев сорту Основ'янська у

початковий період плодоношення істотно менше. Оптимізоване удобрення з додатком $N_{30}K_{30}$ істотно збільшило число плодів на дереві, порівняно з неудобреним контролем.

У 2010–2012 рр. вплив сорту на зміну навантаження дерев плодами сягав 78 %, а чинника удобрення - на рівні 7 %, тоді як 2013–2019 рр. співвідношення впливу досліджуваних чинників змінилося - вплив сорту знизився до 3 %, а удобрення до 27 % підвищилося (додаток Д.2).

Таблиця 7.5

Навантаження дерев плодами груші за різного удобрення, шт./дерево

Сорт	Варіант удобрення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2019 рр.)
Конференція	Без удобрення (контроль);	30	98
	$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	37	131
	Розраховані норми добрив (фон)	39	129
	Фон + N_{30}	39	137
	Фон + $N_{30}K_{30}$	43	132
	Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	39	130
Основ'янська	Без удобрення (контроль);	13	92
	$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	16	126
	Розраховані норми добрив (фон)	18	115
	Фон + N_{30}	20	128
	Фон + $N_{30}K_{30}$	18	123
	Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	19	126
<i>HIP₀₅</i>		3	7

Аналіз результатів дослідження впливу ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення на інтенсивність квітування (табл. 7.6) молодих дерев груші сорту Золотоворітська свідчить, що в період росту і плодоношення найбільша кількість квіток була у варіанті карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 % і сягала 100 шт./дерево на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення.

Таблиця 7.6

Інтенсивність квітування груші сорту Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення, шт./дерево

Ґрунтове удобрення	Позакореневе підживлення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2018 рр.)
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	83	803
	Карбамід 0,5 %	90	833
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	99	843
Розрахована норма добрив (НРК)	Вода (контроль)	90	819
	Карбамід 0,5 %	96	846
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	100	906
<i>НІР₀₅</i>		6	52

Слід відмітити істотне збільшення кількості квіток за ґрунтового удобрення дерев груші Золотоворітська порівняно з контролем (без добрив). У період плодоношення і росту найбільше квіток спостерігалось за сумісного внесення азоту та комплексного добрива. У період плодоношення і росту істотно більше квіток у розрахунку на дерево було на ділянках варіанта з позакореневим внесенням карбаміду 0,5 % із РЕАКОМ СР-СО 0,3 % на оптимізованому фоні

грунтового удобрення 87 шт./дереву. Лише за грунтового удобрення їх кількість збільшилася, але не істотно.

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

Важливим показником плодоношення також є відсоток зав'язуваності плодів. Так, на початку плодоношення, коли утворювалося не багато квіток на деревах, зав'язуваність плодів груші була досить високою, на рівні, 20,1–24,6 % і значний вплив мало удобрення та підживлення (табл. 7.7).

Таблиця 7.7

Зав'язуваність плодів груші сорту Золотоворітська залежно від грунтового удобрення й позакореневого підживлення, %

Грунтове удобрення	Позакореневе підживлення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2018 рр.)
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	20,1	12,7
	Карбамід 0,5 %	22,3	13,6
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	21,8	15,0
Розрахована норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	21,9	13,7
	Карбамід 0,5 %	23,0	14,9
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	24,6	15,7
<i>НІР₀₅</i>		2,0	1,3

Зі збільшенням віку дерев у період плодоношення і росту відбулося більш інтенсивніше цвітіння, але зав'язуваність плодів знизилася. Істотно найвищі

показники відмічено у варіанті де застосовували азот і комплексне добриво.

В період росту і плодоношення спостерігалось істотне збільшення плодів за ґрунтового удобрення порівняно з контрольним варіантом (без добрив) (табл. 7.8). Серед варіантів позакореневого підживлення насадження груші істотно вищі показники отримані у варіантах з внесенням карбаміду й комплексного добрива, як на фоні оптимізованого удобрення так і без нього.

Таблиця 7.8

Навантаження дерев плодами груші сорту Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення, шт./дерево

Ґрунтове удобрення	Позакоренево підживлення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2018 рр.)
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	17	102
	Карбамід 0,5 %	20	116
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	22	121
Розрахована норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	20	112
	Карбамід 0,5 %	22	126
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	25	142
<i>НІР₀₅</i>		2	8

У більш продуктивний період, плодоношення і росту, коли дерева збільшили свій габітус крони, відбулося істотне збільшення кількості плодів на дереві по всіх досліджуваних варіантах, особливо за позакоренево підживлення 0,5 %

карбамідом і 0,5 % карбамідом разом з 0,3 % Реакомом CP-CO, де перевищення контролю становило, відповідно, 12,5 і 26,8 %.

Значний вплив застосування добрив на формування продуктивності дерев груші сорту Основ'янська спостерігався у досліді 3 з позакореневим внесенням водорозчинного комплексного добрива DripFert, на фоні доведення до оптимального рівня NPK в ґрунті (табл. 7.9).

Таблиця 7.9

Плодоношення дерев груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення (середнє за 2015–2018 рр.)

Варіант удобрення	Кількість квіток, шт./дерево	Зав'язування плодів, %	Навантаження дерев плодами, шт./дерево
Вода (контроль)	796	12,5	92
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	909	14,0	118
DripFert 18-18-18+ME	927	15,4	134
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	1097	10,9	108
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	1044	12,5	120
<i>HIP₀₅</i>	63	1,5	8

Істотно більша кількість квіток була у варіанті з внесенням у регламентовані фази вегетації - розпускання бруньок, рожевий бутон і ріст плодів - добрив DripFert у співвідношеннях N-P-K + мікроелементи (B, Fe, Mn, Zn, Cu): 1) 18-18-18+ME, 13-40-13+ME і 2) 18-18-18+ME, 13-40-13+ME та 5-15-40+ME з перевищенням контролю (вода чи 0,5 % карбамід) відповідно 38 і 31 та 21 і 15 %. Достовірно підвищення зав'язування, у відношенні до контрольних дерев, виявлено у варіанті DripFert (18-18-18+ME). За внесення водорозчинного добрива DripFert навантаження дерев плодами складало 108–134 шт./дер., істотно перевищивши показники контрольного варіанту, де дерева обробляли лише водою.

7.2. Урожайність насаджень

Урожайність насаджень є одним із основних показників продуктивності дерев і ефективності застосування різних агротехнічних заходів, зокрема удобрення та підживлення. У створенні високопродуктивних насаджень яблуні та груші різних сортопідщепних комбінувань важливим залишається питання оптимального співвідношення ростових і генеративних процесів в них, за рахунок оптимізації родючості ґрунту та позакореневих підживлень, у різні фази росту й розвитку дерев.

У відповідності з інтенсивністю квітнування та формування плодів за різного удобрення змінювалась урожайність дослідного сорту Кальвіль сніговий (табл. 7.10). Так, у період росту і плодоношення вона була досить низькою впродовж семи років, поступово збільшуючись від 1–2 до 15–20 кг плодів із дерева, а в середньому на всій площі досліду становила 4,4 т/га. При цьому між рівнями врожайності в дослідних варіантах із удобренням істотної різниці не було, а в контрольному вона була істотно нижчою.

У період плодоношення і росту створені довготривалим систематичним удобренням фони мінерального живлення в більшій мірі сприяли нарощуванню плодоносних утворень і посиленню фізіологічних процесів, спрямованих на диференціювання генеративних органів, що забезпечило збільшення врожайності дослідних дерев. Істотно вищою вона була за органічної та органо-мінеральної систем удобрення порівняно з її величиною в контрольному варіанті без удобрення, відповідно, на 39 і 34 % та з мінеральною системою – на 15 і 11 %. В останньому варіанті урожай теж був істотно вищий від контрольного на 21 %.

У періоді плодоношення врожайність у всіх досліджуваних варіантах удобрення була істотно вищою на 11–33 % від контрольної, а за органічного та органо-мінерального удобрення вона перевищувала також істотно на 18 і 10 % величину врожаю у варіанті мінеральної системи. Між рівнями врожайності на ділянках, удобрюваних самим органічним добривом і в поєднанні з мінеральними істотної різниці не було.

**Урожайність повторно вирощуваного насадження яблуні сорту Кальвіль
сніговий на насіннєвій підщепі за різного удобрення, т/га**

Варіант удобрення	Показник у віковий період		
	росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997-2003 рр.)*	плодоношення (2007-2016 рр.)
Без удобрення (контроль)	3,5	12,5	15,6
Гній 40 т/га	4,8	17,4	20,7
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,5	16,8	19,3
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,7	15,1	17,5
<i>НІР</i> ₀₅	0,9	1,4	1,8

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

Варто зазначити, що за весь 27-річний період плодоношення сумарний урожай плодів Кальвіля снігового в контрольному варіанті без удобрення становив 315 т/га, з органічним удобренням – 425 т/га, з органо-мінеральним – 400 т/га та з мінеральним – 371 т/га (додаток Е.1), тобто врожайність удобрюваних дерев загалом перевищувала її рівень з неудобрюваних, відповідно, на 35, 27 і 18 %.

Урожайність дерев на сильнорослій підщепі сорту Айдаред впродовж усього 27-річного періоду плодоношення була дещо вищою порівняно з деревами на підщепі М.4, що зумовлювалося меншою величиною крони за однакової схеми садіння 7×5 м. У перший період росту і плодоношення врожайність дерев на обох підщепах була ще досить низькою та мало відрізнялась у досліджуваних варіантах удобрення, а на контрольних неудобрюваних ділянках вона істотно нижча на 13–21 % (рис. 7.4).

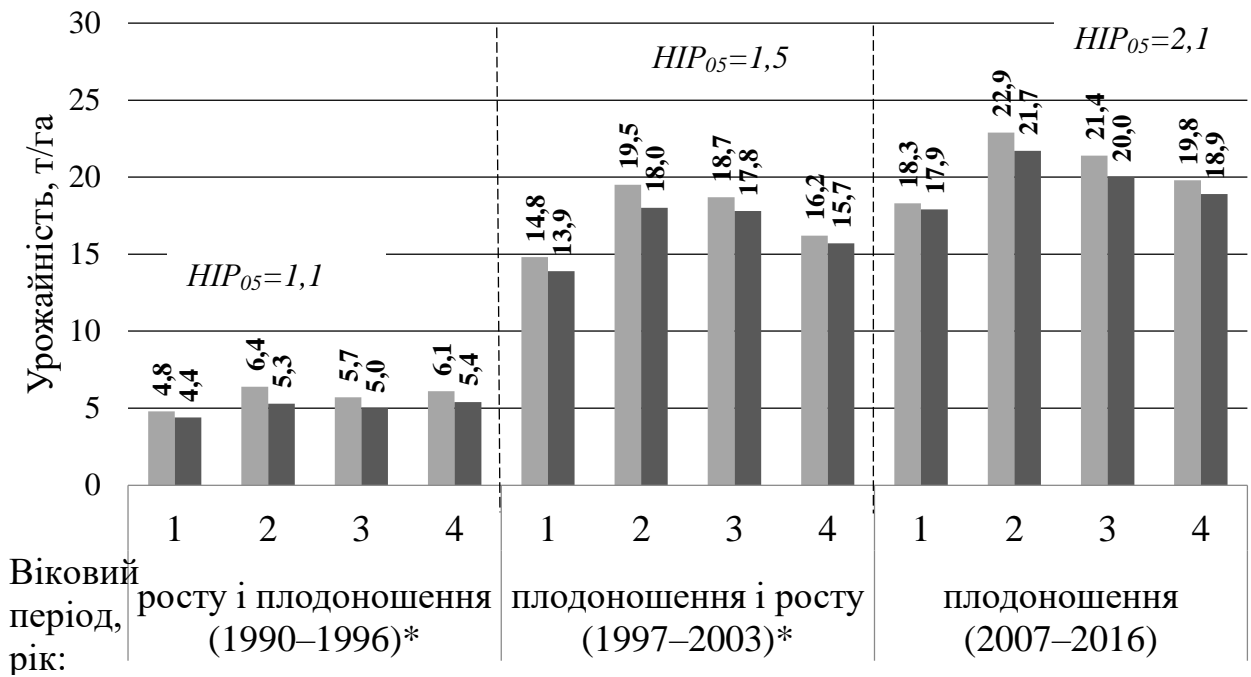


Рис. 7.4 Урожайність насадження яблуні сорту Айдаред на насіннєвій (□) і вегетативній М.4 (■) підщепах залежно від удобрення за повторного вирощування: 1 – без удобрення (контроль), 2 – гній 40 т/га, 3 – гній 20 т/га + N₆₀P₆₀K₆₀, 4 – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту врожайність значно зросла найбільше за органічного та органо-мінерального удобрення, де вона перевищувала величину врожаю плодів у контрольному варіанті, відповідно, на 35 та 27 %. У найбільш продуктивному періоді плодоношення дерева Айдареда на насіннєвій підщепі в усіх варіантах із удобренням формували врожай плодів істотно вищий, ніж без удобрення, а на М.4 за мінерального удобрення він істотно не відрізнявся від контрольного. Найвища врожайність дерев на обох підщепах була за органічного удобрення. Вона істотно перевищувала показники контрольного та варіанта з мінеральним удобренням, відповідно, на 4,6 і 3,1 т/га (25 і 21 %) при $HIP_{05} = 2,1$ та на 3,8 і 2,1 т/га (22 і 19 %) при $HIP_{05} = 1,9$.

Варто зазначити, що за весь 27-річний період плодоношення сумарний урожай плодів Айдареда на насіннєвій підщепі в контрольному варіанті без удобрення становив 375 т/га, з органічним удобренням – 479 т/га, з органо-мінеральним – 451 т/га та з мінеральним – 432 т/га, а на М.4 відповідно, 361 т/га,

449, 423 і 407 т/га. Врожайність удобрюваних дерев загалом перевищувала її рівень з неудобрюваних на насіннєвій підщепі, відповідно, на 28 %, 20 % і 15 % та на М.4 – 24 %, 17 % та 13 %.

Ефективніший вплив органічного добрива на підвищення продуктивності дослідних дерев яблуні зумовлювався багатьма чинниками, зокрема з 40 тонами гною в ґрунт вносилося більше, ніж з мінеральними добривами, азоту до 30 кг/га та калію до 80, а також кальцій – 160 і магній – 50 кг/га та практично всі необхідні для живлення рослин мікроелементи. Крім того, в більшій мірі поліпшувались такі показники родючості ґрунту як гумусованість, біологічна активність, фізичні та фізико-хімічні властивості, зокрема й вологозабезпечення дерев було дещо більшим. Вміст доступних сполук і форм азоту, фосфору й калію постійно був також на вищому рівні. Така позитивна дія органічного удобрення в певній мірі забезпечувала вищу продуктивність дерев і за органо-мінерального удобрення порівняно з мінеральним.

У досліді з оптимізованим удобренням груші залежно від показників квітання, зав'язування плодів і, особливо, збереження їх на деревах в період вступу в плодоношення, коли ще нарощувалась вегетативна маса різних органів молодих дерева, формувалась різна врожайність плодів на ділянках досліджуваних варіантів удобрення (рис. 7.5, табл. 7.11). В середньому в 2010–2012 рр. за удобрення груші сорту Конференція розраховуваними нормами добрив для створення оптимальних рівнів їхнього мінерального живлення (фон) вона істотно перевищувала показники урожайності в абсолютному та виробничому контрольних варіантах, відповідно, на 1,2 та 0,4 т/га, а за додаткового внесення до фону $N_{30}K_{30}$ її рівень був істотно вищим, ніж у фоновому варіанті. Молоді дерева сорту Основ'янська менш інтенсивно вступали в плодоношення, а їхня середня врожайність була в межах 1,7–2,3 т/га. У варіантах з удобренням вона також була істотно вища, ніж на неудобрюваних ділянках абсолютного контролю, а порівняно з виробничим контролем перевищення було не істотним у всіх інших дослідних варіантах з удобренням. Не висока врожайність молодих дерев груші крім віку, була також зумовлена складними

погодними умовами в 2011 році, коли в травні місяці під час цвітіння відбулося пониження температури до -3°C .

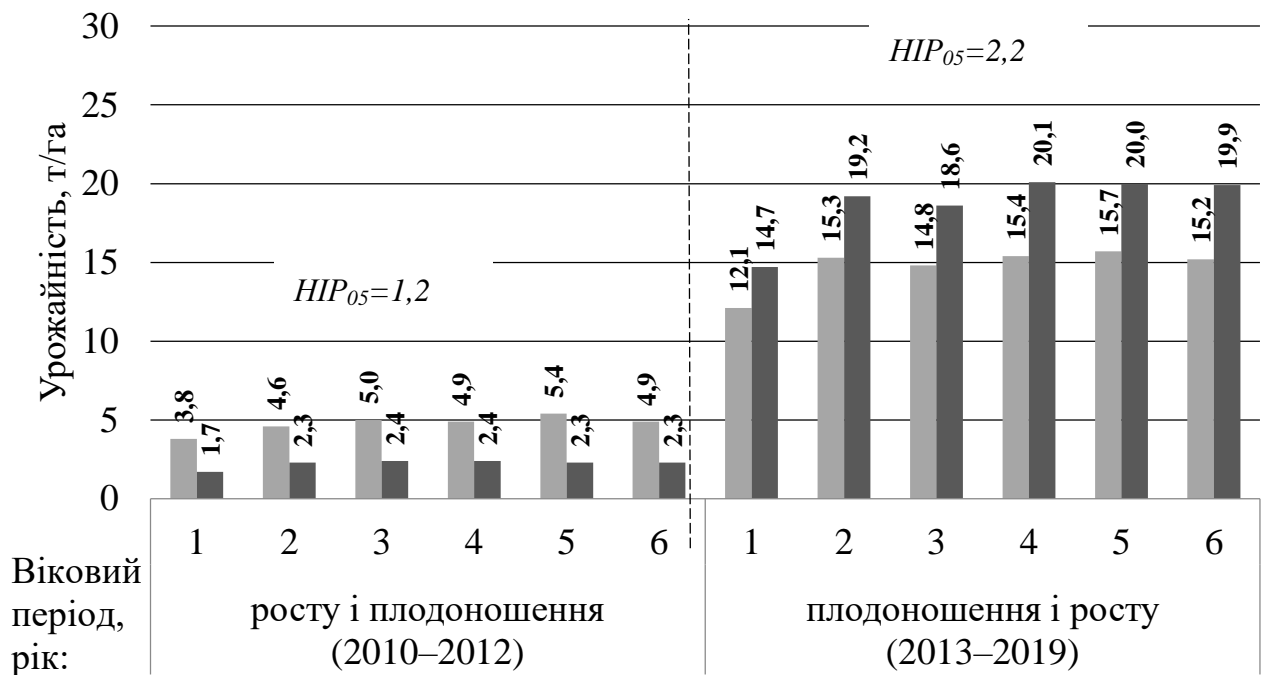


Рис. 7.5 Урожайність насаджень груші сорту Конференція (□) і Основ'янська (■) залежно від удобрення в різні вікові періоди: 1 - без удобрення (контроль), 2 - $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ (виробничий контроль), 3 - розраховані норми добрив (фон), 4 - фон+ N_{30} , 5 - фон+ $\text{N}_{30}\text{K}_{30}$, 6 - фон+ $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$.

У період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) врожайність сорту Конференція в усіх дослідних варіантах з удобренням була істотно вищою на 2,7–3,6 т/га, а сорту Основ'янська – на 3,9–5,4 т/га порівняно з її показниками на неудобрюваних контрольних ділянках. А в усіх варіантах із удобренням урожайність істотно не відрізнялась. В цей період більш урожайним виявився сорт Основ'янська на відміну від попереднього періоду росту і плодоношення, коли урожайними була дерева сорту Конференція. Це зумовлювалося поряд із сортовими особливостями ще й складними погодними умовами в 2017 році, коли 11 травня в нічний період часу було пониження температури до -4°C , у результаті чого відбулося пошкодження зав'язі груші, що вплинуло в подальшому на врожайність насаджень. У сорту Конференція врожайність в досліджуваних варіантах була в межах 12,1–15,7 т/га, а сорту Основ'янська – 14,7–20,1 т/га.

**Урожайність дерев груші залежно від удобрення в різні вікові періоди
(результати дисперсійного аналізу), т/га**

Вікові періоди	Сорт			Варіант удобрення						
	К	О	<i>НІР₀₅</i>	1	2	3	4	5	6	<i>НІР₀₅</i>
росту і плодоношення 2010–2012 рр.	4,8	2,2	0,4	2,8	3,4	3,7	3,7	3,9	3,6	0,8
плодоношення і росту 2013–2019 рр.	14,8	18,8	0,8	13,4	17,3	16,7	17,8	17,9	17,6	1,6

Примітка: К – Конференція; О – Основ'янська; 1 – без удобрення (контроль), 2 – $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль); 3 – Розраховані норми добрив (фон), 4 – фон + N_{30} ; 5 – фон + $N_{30}K_{30}$; 6 – фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Варто зазначити, що за весь 10-річний період плодоношення сумарний урожай плодів Конференції на підщепі айва А в контрольному варіанті без удобрення становив 96,5 т/га, виробничому контролю $N_{90}P_{60}K_{90}$ – 121,1, варіанті Фон + N_{30} – 122,6, Фон + $N_{30}K_{30}$ – 126,1 та Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 121,3 т/га, а сорту Основ'янська, відповідно, 108,1 т/га, 140,8, 147,9, 146,8 і 146,1 т/га (додаток Е.2).

У період плодоношення і росту дослідних сортів груші Конференція та Основ'янська між їхньою врожайністю і вмістом в ґрунті $N-NO_3$ та K_2O виявлено сильну пряму кореляцію – відповідно коефіцієнт кореляції становив 0,76 ($\pm 0,13$) і 0,85 ($\pm 0,08$) та 0,72 ($\pm 0,15$) і 0,79 ($\pm 0,11$), а з вмістом P_2O_5 кореляція була слабкою.

Отже, сумарна врожайність груші обох сортів була найбільша за додаткового внесення азоту і калію на фоні доведення до оптимуму вмісту в ґрунті азоту за нітрифікаційною здатністю, як для яблуні. Це узгоджується також з іншими дослідженнями з удобренням груші, де було встановлено реакцію дерев на додаткове калійне живлення [46, 144].

У дослідні з позакореневим підживленням дерев груші добривом DripFert у 2015 році врожайність дерев сорту Основ'янська на ділянках дослідних варіантів

коливалася від 10,8 до 16,4 т/га, а найвищою (на 6,6 т/га) вона була у варіанті DripFert (18-18-18+ME) (табл. 7.12).

Таблиця 7.12

Урожайність дерев груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення, т/га

Варіант удобрення	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	Середнє
Вода (контроль)	10,8	10,0	9,9	18,1	12,2
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	15,2	10,2	12,1	20,7	14,6
DripFert 18-18-18+ME	17,4	11,8	13,5	22,4	16,3
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	12,6	13,3	11,5	20,0	14,4
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	13,7	14,1	12,7	21,3	15,5
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,5</i>	<i>0,9</i>	<i>0,9</i>	<i>2,0</i>	-

У 2016 році врожайність дослідних дерев найвищою була у варіанті, де вносили водорозчинне комплексне добриво DripFert три рази з різним вмістом NPK і становила 14,1 т/га, що істотно вище абсолютного і виробничого контролю. У 2017 році дещо знизилася врожайність у всіх дослідних варіантах, за винятком варіанта DripFert (18-18-18+ME), де врожайність становила 13,5 т/га, що більше ніж в 2016 році на 1,7 т/га. В цьому варіанті була істотно вища врожайність дослідних дерев груші порівняно з контролем. У 2018 році найвища врожайність дерев груші була в усіх досліджуваних варіантах, а вплив добрив був подібним до 2017 року.

В середньому за чотири роки досліджень урожайність дерев груші сорту Основ'янська у варіантах удобрення сягала рівня 14,4–16,3 т/га з найвищим рівнем за внесення добрива DripFert (18-18-18+ME).

Аналіз результатів дослідження впливу ґрунтового удобрення й

позакореневого підживлення на врожайність молодих дерев груші сорту Золотоворітська свідчить, що в середньому за 2010–2012 рр. найбільша вона була на ділянках варіанта з позакореневим підживленням карбамідом 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %, як на оптимізованому фоні ґрунтового удобрення азотом, так і без удобрення відповідно 3,0 і 3,5 т/га, або це 4,5 і 5,3 кг/дереву. На оптимізованому фоні це збільшення було істотним (табл. 7.13, 7.14). У період плодоношення і росту врожайність досліджуваних насаджень зроста по всіх варіантах, а найбільшою вона була за внесення карбаміду 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 % на фоні ґрунтового удобрення, відповідно, 18,1 т/га, або це 27,1 кг/дереву.

Таблиця 7.13

Урожайність груші сорту Золотоворітська за ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення, т/га

Ґрунтове удобрення	Позакореневе підживлення	Показник у віковий період	
		росту і плодоношення (2010–2012 рр.)	плодоношення і росту (2013–2018 рр.)
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	2,4	13,5
	Карбамід 0,5 %	2,8	15,1
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	3,0	15,4
Розраховувана норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	2,9	15,1
	Карбамід 0,5 %	3,1	16,5
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	3,5	18,1
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,4</i>	<i>1,3</i>

Не високу врожайність дерев на 1 га площі в період плодоношення і росту

можна пояснити слобкорослістю сорту та дещо великою схемою садіння дерев. За більш ущільнених насаджень (схема 5×2, 4,5×2 м) та даному навантаженні дерев плодами врожайність могла б сягати більше 30 т/га. Слід також зауважити, що насадження є молодими й незрошуваними.

Таблиця 7.14

Урожайність груші сорту Золотоворітська за ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення (результати дисперсійного аналізу), т/га

Вікові періоди	Ґрунтове удобрення			Позакореневе підживлення			
	Б	Р	<i>НІР</i> ₀₅	1	2	3	<i>НІР</i> ₀₅
росту і плодоношення 2010–2012 рр.	2,7	3,2	0,2	2,7	3,0	3,3	0,2
плодоношення і росту 2013–2018 рр.	14,7	16,6	0,6	14,3	15,8	16,8	0,8

Примітка: Б – без удобрення (контроль); Р – розрахована норма NPK; 1 – вода (контроль), 2 – карбамід 0,5 %; 3 – карбамід 0,5 % + Реаком СР-СО 3%.

Згідно даних дисперсійного аналізу (додатки Е.3) у 2010–2012 рр. вплив ґрунтового удобрення (чинник А) на врожайність дерев сягав рівня 12 %, тоді як позакореневого підживлення (чинник В) – 16 %. У період з 2013–2018 рр. співвідношення впливу досліджуваних факторів вирівнялося, зокрема вплив ґрунтового удобрення сягав 11 %, а позакореневого підживлення – 12 %.

Отже, найвищий рівень урожайності дослідних дерев груші був за позакореневого підживлення азотом у комплексі з комплексним добривом на оптимізованому фоні кореневого живлення створеними ґрунтовим удобренням розраховуваними нормами азоту за показниками нітрифікаційної здатності ґрунту, які відображають його потенційну спроможність забезпечувати рослини азотним живленням впродовж вегетації.

Для характеристики продуктивності плодових насаджень, зокрема яблуні і груші важливими показниками є навантаження дерев плодами на одиницю площі поперечного перерізу діаметра штамба, а також на одиницю площі листкової поверхні та проекції крони. За даними результатів наших досліджень у найбільш

продуктивний період плодоношення навантаження врожаю на 1 см² перерізу штамба дерев сорту Айдаред на насінневій і вегетативній М.4 підщепях у варіантах з органічною системою удобрення було найвище - 0,27 і 0,31 кг/см², що перевищувало контрольні показники на 35 % (табл. 7.15). У варіантах з внесенням органо-мінеральних та мінеральних добрив підвищення цього навантаження досягало відповідно 25 % на насінневій підщепі та 22 % - на вегетативній М.4.

Таблиця 7.15

Питома продуктивність дерев яблуні сорту Айдаред у період повного плодоношення залежно від підщепи та удобрення за повторної культури (середнє за 2007–2016 рр.)

Підщепа	Система удобрення	Показники продуктивності, кг		
		на 1 см ² перерізу штамбу	на 1 м ² листової поверхні	на 1 м ² проекції крони
насіннева	Без удобрення (контроль)	0,20	1,01	4,54
	Гній 40 т/га	0,27	1,01	4,82
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,25	1,01	4,47
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,25	1,00	4,18
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	0,23	1,24	4,91
	Гній 40 т/га	0,31	1,17	5,78
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,28	1,12	5,03
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,28	1,15	4,84
<i>HIP₀₅</i>		<i>0,02</i>	<i>0,12</i>	<i>0,49</i>

По різному проявилось навантаження дерев плодами на одиницю листової поверхні, яке залежало від варіантів удобрення та підщеп. Дерева сорту Айдаред на насінневій підщепі були майже однаково навантажені в усіх варіантах – 1,00–

1,01 кг/м². На вегетативній підщепі М.4 найвищим показник був контрольний – 1,24 кг/м², хоча він не відрізнявся істотно від навантаження у варіантах з внесенням добрив. Таке збільшення в контрольному варіанті могло зумовлюватися наростанням більшої кількості листя на удобрюваних деревах.

На основі наведених даних можна зробити висновок, що вираженої періодичності плодоношення не виявлено на ділянках дерев сорту Айдаред, як на насіннєвій так і вегетативній підщепі.

Питоме навантаження врожаєм на 1 м² проекції крони залежало, як від удобрення, так і від підщепи. Найбільше воно було, порівняно з контролем, у варіанті з внесенням органічних добрив на насіннєвій підщепі – на 6,2 %, так і вегетативній – 17,7 %.

У контрольному варіанті дерева на вегетативній М.4 підщепі відрізнялися більшим навантаженням врожаєм на 1 см² перерізу штамбу, 1 м² листової поверхні та 1 м² проекції крони порівняно з насіннєвою.

Показники питомої продуктивності дерев сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі (табл. 7.16) були істотно вищі у варіантах, де тривалий період вносили органічні та органо-мінеральні добрива порівняно з контрольним варіантом.

Таблиця 7.16

Питома продуктивність дерев яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі у період повного плодоношення залежно від систем удобрення за повторної культури (середнє за 2007–2016 рр.)

Система удобрення	Показники продуктивності, кг		
	на 1 см ² перерізу штамбу	на 1 м ² листової поверхні	на 1 м ² проекції крони
Без удобрення (контроль)	0,15	0,76	3,60
Гній 40 т/га	0,22	0,84	4,24
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,20	0,81	3,97
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0,19	0,76	3,83
<i>НІР</i> ₀₅	0,02	0,08	0,39

У досліді з оптимізованим удобренням груші навантаження врожаєм на 1 см² перерізу штамба дерев сорту Конференція було найвищим у варіанті Фон + N₃₀K₃₀ - 0,31 кг, а сорту Основ'янська - у варіанті Фон + N₃₀ 0,34 кг, тобто перевищення показників контрольного варіанта (без удобрення) досягало 63 і 70 % (табл. 7.17).

Таблиця 7.17

Питома продуктивність дерев груші в повторно вирощуваному насадженні за різного удобрення (середнє 2013-2019 рр.)

Сорт	Варіант удобрення	Показники продуктивності, кг		
		на 1 см ² перерізу штамбу	на 1 м ² листової поверхні	на 1 м ² проекції крони
Конференція	Без удобрення (контроль)	0,19	1,75	7,19
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	0,23	1,92	6,10
	Розраховані норми добрив (фон)	0,25	1,89	7,26
	Фон + N ₃₀	0,29	1,94	8,46
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	0,31	1,96	7,41
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,27	1,92	7,54
Основ'янська	Без удобрення (контроль)	0,20	1,69	7,57
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	0,29	1,82	7,30
	Розраховані норми добрив (фон)	0,31	1,81	9,13
	Фон + N ₃₀	0,34	1,90	7,56
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	0,27	1,86	8,02
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,33	1,89	8,34
HIP ₀₅		0,24	0,18	0,77

Об'єктивним показником роботи листкового апарату є навантаження урожаєм одиниці листкової поверхні (кг/м²). Сорт Конференція характеризувався істотно вищим показником у варіантах Фон + N₃₀K₃₀ і Фон + N₃₀, де перевищення контролю (без удобрення) склало відповідно 12 і 11 %. Питома продуктивність листкової поверхні сорту Основ'янська найвищою була у варіанті Фон + N₃₀ і перевищувала істотно контроль на 12 %.

Питоме навантаження врожаєм 1 м² проекції крони в основному залежало від удобрення та було близьким для обох сортів груші. Стосовно сорту Конференція найбільшим воно було на ділянках варіанта Фон + N₃₀ - 8,46, а сорту Основ'янська – за доведення азоту в ґрунті до оптимального рівня 9,13 кг/м².

Показник питомого навантаження плодами поперечного перерізу штамба дерев груші сорту Золоторітська залежно від позакореневого підживлення на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення був істотно вищий від контрольного в усіх варіантах удобрення (табл. 7.18).

Таблиця 7.18

Питома продуктивність дерев груші сорту Золоторітська за ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення (середнє за 2013-2018 рр.)

Ґрунтове удобрення	Позакоренеve підживлення	Показники продуктивності, кг		
		на 1 см ² перерізу штамба	на 1 м ² листової поверхні	на 1 м ² проекції крони
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	0,22	0,74	10,0
	Карбамід 0,5 %	0,26	0,79	10,6
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	0,27	0,83	10,6
Розраховані норми NPK	Вода (контроль)	0,26	0,72	10,1
	Карбамід 0,5 %	0,29	0,81	10,7
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	0,32	0,86	11,3
	<i>НІР₀₅</i>	<i>0,02</i>	<i>0,08</i>	<i>1,1</i>

Навантаження врожаєм на 1 м² листкової поверхні було істотно вищим за сумісного підживлення позакоренево азотом та мікроелементами - на 11 % порівняно з контролем, а на оптимізованому фоні мінерального живлення макроелементами (NPK) при підживленні карбамідом і карбамідом з Реаком СР-СО відповідно 13 та 19 %.

Питоме навантаження врожаєм на 1 м² проекції крони істотно вищим порівняно з контролем було лише у варіанті сумісного внесенням азоту та комплексного добрива за оптимізованого ґрунтового живлення – на 12 %.

Аналізуючи показники продуктивності дерев на фоні ґрунтового оптимізованого удобрення та без внесення добрив відмічається ефективність сумісного внесення добрив, як у ґрунт так і позакоренево. Це підтверджує думку інших дослідників [1, 166, 333] у ефективності та доцільності застосування позакоренево макро- та мікроелементів лише на фоні ґрунтового удобрення. Для економії добрив, коштів, а також мінімального негативного впливу на садову агроєкосистему розрахунок добрив, особливо азотних, для основного внесення у ґрунт потрібно проводити на основі фактичного вмісту та оптимального забезпечення елементами живлення того чи іншого ґрунту [1, 560, 561]. Такий захід забезпечує підвищення продуктивності насаджень садових культур і ефективність внесення добрив.

7.3. Товарна якість плодів

Товарність плодів є важливою складовою технології вирощування інтенсивних насаджень яблуні та груші. В досліді з довготривалим удобренням повторного насадження яблуні в період росту і плодоношення, коли дерева були ще молодими, а врожайність невисокою, плоди були крупнішими на контрольному варіанті та при внесенні повного мінерального добрива, де їх кількість була нижча ніж на інших варіантах (табл. 7.19).

У період плодоношення і росту вплив добрив на досліджуваний показник значно посилюється. Найбільша маса плоду, як дерев на насінневій підщепі, так і на М.4,

була за довготривалого удобрення органічними і органо-мінеральними добривами, хоча порівняно з контролем це збільшення маси плоду було у межах похибки досліду. В середньому за період повного плодоношення плоди сорту Айдаред на обох підщепах найкрупнішими були на ділянках варіанта органічної системи удобрення й відповідно їхня середня маса перевищувала істотно її величину в контрольному варіанті на 11 %, а також на 1 та 3 % порівняно з плодами за мінеральної системи.

Таблиця 7.19

**Середня маса плодів яблуні сорту Айдаред залежно від довготривалого
удобрення в різні вікові періоди, г**

Підщепа	Система удобрення	Показник у віковий період		
		росту і плодоношення (1990-1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997-2003 рр.)*	плодоношення (2007-2016 рр.)
насіннава	Без удобрення (контроль)	234,9	222,5	136,1
	Гній 40 т/га	229,2	231,5	151,1
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	222,2	225,1	148,5
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	233,7	217,6	149,8
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	242,3	221,1	137,0
	Гній 40 т/га	235,8	228,5	152,4
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	234,3	228,6	150,3
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	242,7	223,1	148,3
<i>НІР₀₅</i>		<i>21,4</i>	<i>20,7</i>	<i>14,4</i>

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

Залежно від маси (розміру плоду) визначалися товарні сорти. Сумарний вихід вищого і першого товарного сорту складав більшу частину отриманого врожаю впродовж вікових періодів вирощування насадження яблуні (табл. 7.20).

Впродовж періоду росту і плодоношення спостерігалася найвища товарність плодів сорту Айдаред на обох підщепах у всіх досліджуваних варіантах 87,9–94,2 %. При цьому найбільший сумарний вихід плодів вищого і першого товарних сортів був у варіанті з внесенням органічних і органо-мінеральних добрив. Вони істотно перевищували контрольний варіант відповідно на 5,3 і 4,9 та 6,2 і 5,1 %.

Таблиця 7.20

Сумарний вихід плодів вищого і першого товарних сортів яблуні сорту Айдаред залежно від довготривалого удобрення в різні вікові періоди, %

Підщепа	Система удобрення	Показник у віковий період		
		росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*	плодоношення (2007–2016 рр.)
насіннева	Без добрив (контроль)	87,9	83,4	79,2
	Гній 40 т/га	93,2	86,9	84,4
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	92,8	85,0	83,7
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	90,1	84,2	83,1
вегетативна М.4	Без добрив (контроль)	88,0	84,2	79,9
	Гній 40 т/га	94,2	87,8	85,6
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	93,1	86,2	86,0
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	91,8	85,9	84,7
HIP ₀₅		3,8	3,4	8,5

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту відбулося збільшення врожайності дерев, що вплинуло на якісні показники в сторону зниження товарності. Істотно вищий сумарний вихід плодів вищого і першого товарного сорту був у варіанті гній 40 т/га у дерев на обох типах підщепи порівняно з контрольним варіантом.

У період повного плодоношення відбулося зниження товарності плодів, що

зумовлювалося збільшенням плодів на дереві сорту Айдаред на обох типах підщепи та відповідно зниженням їх товарних якостей. Серед досліджуваних варіантів удобрення найвищі показники були за органічного (84,4 і 85,6 %) та органо-мінерального (85,6 і 86,0 %) удобрення, але істотних відмінностей між ними й контролем не встановлено.

У періоди плодоношення і росту та плодоношення сорту Айдаред між масою і сумарним виходом плодів вищого і першого товарних сортів спостерігалася сильна кореляційна залежність з показниками $r = 0,80 \pm 0,11$ і $0,94 \pm 0,03$. Впродовж усіх вікових періодів товарність плодів на середньорослій підщепі М.4 дещо вища, порівняно з сильнорослою насінневою, однак різниця неістотна.

Плоди сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі у період росту і плодоношення були найкрупнішими порівняно з їх розмірами в інші вікові періоди (табл. 7.21). Найбільша маса плоду була у варіанті органічної системи удобрення, де вона перевищувала контроль (без удобрення) на 3,1 %.

Таблиця 7.21

**Середня маса плодів яблуні сорту Кальвіль сніговий за довготривалого
удобрення в різні вікові періоди, г**

Варіант удобрення	Показник у віковий період		
	росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*	період плодоношення (2007–2016 рр.)
Без удобрення (контроль)	175,2	130,8	113,9
Гній 40 т/га	180,7	149,7	125,6
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	177,0	153,9	125,0
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	178,5	139,7	120,3
<i>НІР</i> ₀₅	8,1	7,4	6,7

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту істотно підвищилася маса плоду яблука у варіантах з довготривалим внесенням органічних і органо-мінеральних добрив порівняно з контролем та $N_{120} P_{120} K_{120}$ на 15 і 7 та 18 і 10 %.

У період плодоношення плоди найкрупнішими були на ділянках варіантів органічної та органо-мінеральної систем удобрення й, відповідно, їхня середня маса істотно перевищувала на 10 % її величину в контрольному варіанті, а також на 4 % порівняно з мінеральним удобренням, за якого середня маса не відрізнялась істотно від контрольної.

Характеризуючи товарність яблук Кальвіля снігового відмічається найбільший сумарний вихід плодів вищого і першого товарного сорту в період росту і плодоношення (табл. 7.22). На ділянках з різними системами удобрення товарність плодів була істотно вища порівняно з контролем (без удобрення).

Таблиця 7.22

Сумарний вихід плодів вищого і першого товарних сортів яблуні сорту Кальвіль сніговий залежно від довготривалого удобрення в різні вікові періоди, %

Варіант удобрення	Показник у віковий період		
	росту і плодоношення (1990–1996 рр.)*	плодоношення і росту (1997–2003 рр.)*	плодоношення (2007–2016 рр.)
Без удобрення (контроль)	88,4	84,7	82,1
Гній 40 т/га	95,2	87,2	85,1
20 т/га гною + $N_{60}P_{60}K_{60}$	94,0	86,5	85,0
$N_{120}P_{120}K_{120}$	93,1	86,2	84,1
$НІР_{05}$	3,9	4,0	6,8

Примітка. *За даними Копитка П.Г.

У період плодоношення і росту дещо знизилися показники товарності в усіх

досліджуваних варіантах. Серед систем удобрення органічна сприяла найбільшому, порівняно з контролем, виходу плодів вищого і першого товарних сортів, хоча це збільшення було не істотним (2,5 %).

У найбільш продуктивний період плодоношення показники товарної якості плодів свідчать, що вищий і перший товарні сорти склали більшу частину врожаю, але істотних відмінностей між ними у варіантах різного удобрення не встановлено. Слід зауважити, що плоди сорту Кальвіль сніговий були більш товарними порівняно з Айдаредом на насіннєвій підщепі.

Між середньою масою і сумарним виходом плодів вищого і першого товарних сортів у всі періоди плодоношення сорту Кальвіль сніговий спостерігалася сильна кореляційна залежність (відповідно $r = 0,85 \pm 0,08$, $r = 0,87 \pm 0,07$ і $0,99 \pm 0,01$).

У досліді з оптимізації удобрення насадження груші якісні показники плодів також залежали від варіантів удобрення та сортових особливостей (табл. 7.23). Так, маса плодів сорту Конференція на молодих деревах за ще низького врожаю найбільшою була на ділянках варіанта з внесенням розраховуваних норм добрив – 193,4 г, а сорту Основ'янська на деревах виробничого контролю за удобрення $N_{90}P_{60}K_{90}$ – 191,7 г, але перевищення її було не істотне порівняно з плодами в інших варіантах. У період плодоношення і росту плоди сорту Конференція в усіх досліджуваних варіантах були дещо менші, ніж в попередній період за меншої врожайності та за середньою масою вони істотно не відрізнялися. Плоди сорту Основ'янська в цей період збільшилися в усіх варіантах, але істотної різниці між ними не виявлено.

Аналіз показників товарної якості свідчить, що плоди вищого і першого товарних сортів склали більшу частину отриманого врожаю. В середньому за 2010–2019 рр. істотних відмінностей між цими показниками якості плодів у варіантах досліді не спостерігалось. Виявилась лише тенденція до збільшення товарності плодів у варіантах з удобренням порівняно з контрольним без удобрення.

У досліді з позакореневим підживленням груші сорту Основ'янська товарні

якості плодів значною мірою залежали від їх розмірів, що характеризувалися середньою масою, а остання залежала від навантаження дерев ними (табл. 7.24).

Таблиця 7.23

Середня маса та сумарний вихід плодів груші вищого і першого товарних сортів за різного удобрення

Сорт	Варіант удобрення	Середня маса плоду, г	Вихід товарних плодів, %	Середня маса плоду, г	Вихід товарних плодів, %
		середнє за 2010–2012 рр.		середнє за 2013–2019 рр.	
Конференція	Без удобрення (контроль);	188,3	84,3	155,9	84,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	186,0	86,5	161,7	84,2
	Розраховані норми добрив (фон)	193,4	88,9	155,0	85,2
	Фон + N ₃₀	186,7	87,3	159,2	84,8
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	190,5	87,7	160,6	85,8
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	188,2	87,9	164,3	85,7
Основ'янська	Без удобрення (контроль);	189,1	85,3	222,1	83,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	191,7	86,5	227,9	85,0
	Розраховані норми добрив (фон)	185,0	86,8	225,2	84,8
	Фон + N ₃₀	183,1	87,5	222,1	85,5
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	190,4	88,0	222,0	85,3
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	182,5	87,0	221,2	85,5
<i>НІР₀₅</i>		<i>18</i>	<i>8,1</i>	<i>19</i>	<i>8,0</i>

Найбільші плоди були в контрольному варіанті, де дерева обприскували

водою, що зумовлювалося найменшою врожайністю. Вихід товарних плодів на ділянках досліджуваних варіантів складав більшу частину отриманого врожаю. Чіткого впливу на цей показник варіантів досліду не виявлено, хоча й вони відрізнялися вищою товарністю за комплексного підживлення добривами DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME.

Таблиця 7.24

Якісні показники плодів груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення, середнє за 2015–2018 рр.

Варіант удобрення	Середня маса, г	Вихід товарних плодів, %
Вода (контроль)	181,6	82,6
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	176,7	83,5
DripFert 18-18-18+ME	179,8	83,3
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	181,0	83,6
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	174,2	83,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>17,8</i>	<i>7,6</i>

У досліді з ґрунтовим удобренням і позакореневим підживлення середня маса плодів груші сорту Золотоворітська значно залежала від навантаження ними дерев в обох вікових періодах плодоношення (табл. 7.25). В період росту і плодоношення середня маса була більшою за внесення позакоренево карбаміду 0,5 %, як на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення так і без внесення добрив.

У період плодоношення і росту найбільша маса плодів була на ділянках контрольного варіанту, як з ґрунтовим удобренням, так і без нього відповідно 212,5 і 211,0 г. Варіанти з удобренням відрізнялися дещо меншою масою плоду (204,3–208,4 г). Саме ґрунтове удобрення сприяло збільшенню середньої маси плодів груші порівняно з варіантом (без удобрення), хоча це збільшення було неістотним.

Середня маса та сумарний вихід плодів груші сорту Золотоворітська вищого і першого товарних сортів залежно від ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення

Сорт	Варіант удобрення	Середня маса плоду, г	Вихід товарних плодів, %	Середня маса плоду, г	Вихід товарних плодів, %
		середнє за 2010–2012 рр.		середнє за 2013–2018 рр.	
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	211,7	84,6	211,0	82,4
	Карбамід 0,5 %	209,9	85,5	207,7	82,5
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	204,4	86,8	204,3	83,3
Розраховані норми добрив (NPK)	Вода (контроль)	217,4	85,1	212,5	82,9
	Карбамід 0,5 %	211,3	87,2	208,4	83,8
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	209,9	88,4	207,7	84,0
<i>НІР₀₅</i>		<i>10,1</i>	<i>5,9</i>	<i>9,1</i>	<i>5,5</i>

Аналіз показників товарної якості свідчать, що плоди вищого і першого товарних сортів склали більшу частину отриманого врожаю. В середньому за 2010–2012 і 2013–2018 рр. істотних відмінностей між товарністю плодів у варіантах досліду не спостерігалось. Слід відмітити, що серед варіантів удобрення сумісне застосування азоту та макро- і мікроелементів сприяло деякому покращенню товарності плодів груші.

7.4. Структура паренхіми і хімічний склад плодів

Поряд з поглинанням елементів живлення ґрунтовим комплексом на їхню локалізацію та міграцію в рослини в кінцевому результаті впливають елементи на формування генеративних органів і якісних показників плодів. Завданням

ефективної системи удобрення насаджень яблуні та груші є забезпечення оптимальних умов для отримання високих врожаїв і підтримання фізіологічних та біохімічних процесів, що сприятиме формуванню високих якісних показників плодів [114, 562–564].

Поряд із фізіологічними процесами живлення рослин впливає й на їхню анатомічну будову, зокрема, на клітини плодів груші про що свідчать відповідні дослідження. Структура паренхіми плодів груші відіграє провідну роль при збиранні плодів і подальшому їх зберіганні для товарної реалізації. Важливе значення за цього мають розміри та структура клітин паренхіми, від яких залежить механічна міцність плоду та дегустаційні якості.

Визначення анатомічної будови плодів важливо для встановлення придатності їх до транспортування та довготривалого зберігання [565-567]. Важливим теоретичним моментом також вважається встановлення розмірів паренхімних клітин м'якуша плодів для визначення смакових властивостей свіжо нарізаних фруктів [568]. Важливе значення при дослідженні структури плодів надають захисним покриттям, в особливості покритих воском, що може суттєво впливати на структуру плодів [569].

В сучасній садівничій літературі дослідних робіт зарубіжних і вітчизняних науковців, направлених на вивчення структури паренхіми плодів груші залежно від мінерального живлення обмаль.

Аналіз отриманих лабораторних досліджень плодів сорту груші Основ'янська показує (рис. 7.6), що на початковому етапі їх формування – 4 липня - розміри клітин паренхіми практично у всіх варіантах досліду з використанням добрив були більші за контроль (без добрив). Слід виділити чітке формування клітин у варіанті, де використовували $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль).

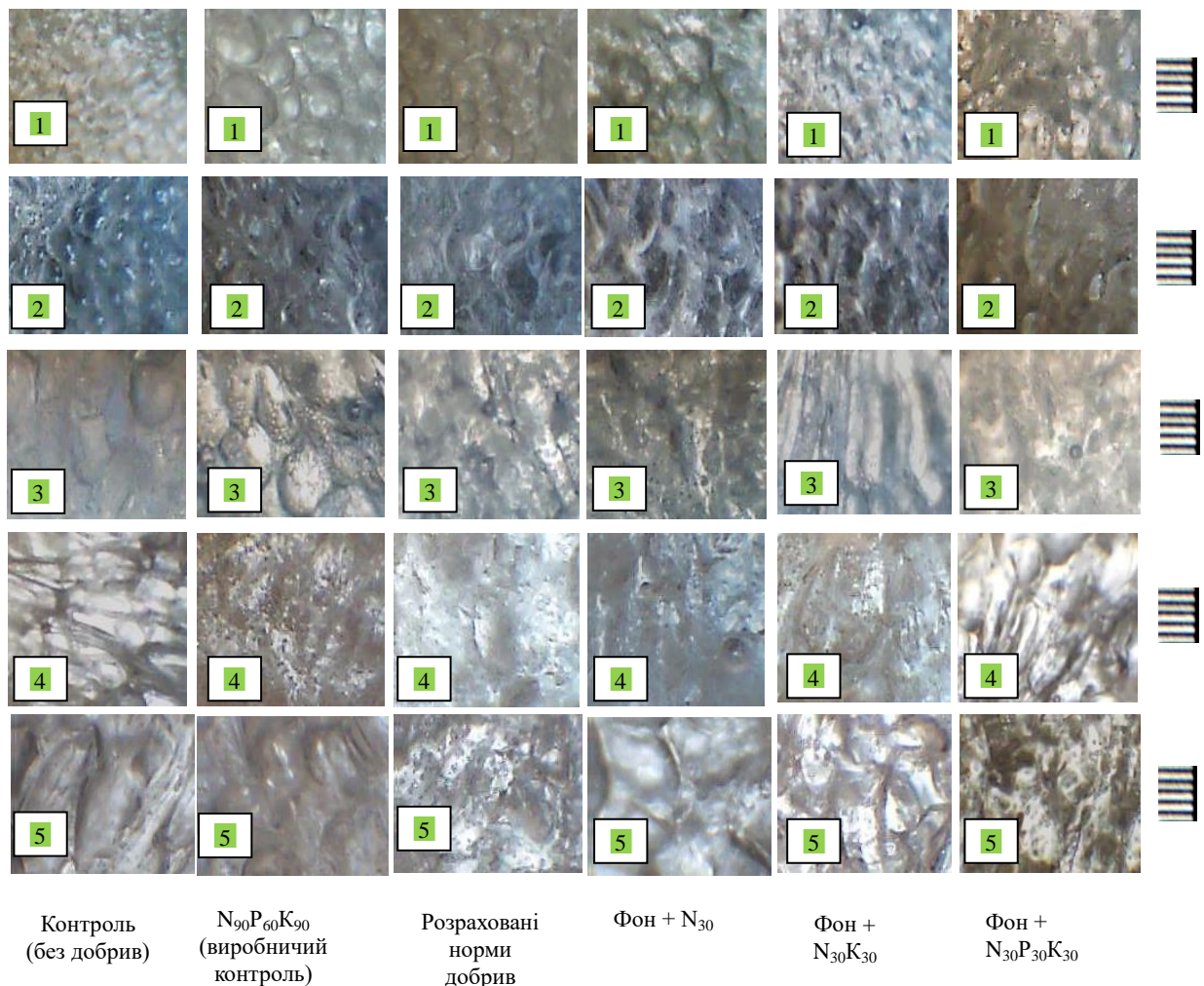
При дослідженні плодів груші сорту Основ'янська через дванадцять діб -16 липня відмічено на усіх варіантах досліду потовщення клітинних стінок, які вирізнялися найбільшою товщиною у варіанті Фон + $N_{30}K_{30}$.

До другої декади серпня (12.08) відбулося суттєве збільшення розмірів

клітин паренхіми груші у варіанті з виробничим контролем ($N_{90}P_{60}K_{90}$) та у варіанті Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$.

В кінці серпня дослідження розмірів клітин паренхіми виявили ознаки видовження повздовжніх параметрів як на контролі, так і у варіантах Фон + $N_{30}K_{30}$ та Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$.

На заключному етапі вивчення розмірів паренхімних клітин в середині вересня встановлено, що найбільші клітини виявлені у варіантах Фон + N_{30} та на виробничому контролі ($N_{90}P_{60}K_{90}$).



1 - 14.07.2019 р.; 2 - 16.07.2019 р.; 3 – 12.08.2019 р.; 4 – 26.08.2019 р.;
5 – 13.09.2019 р.

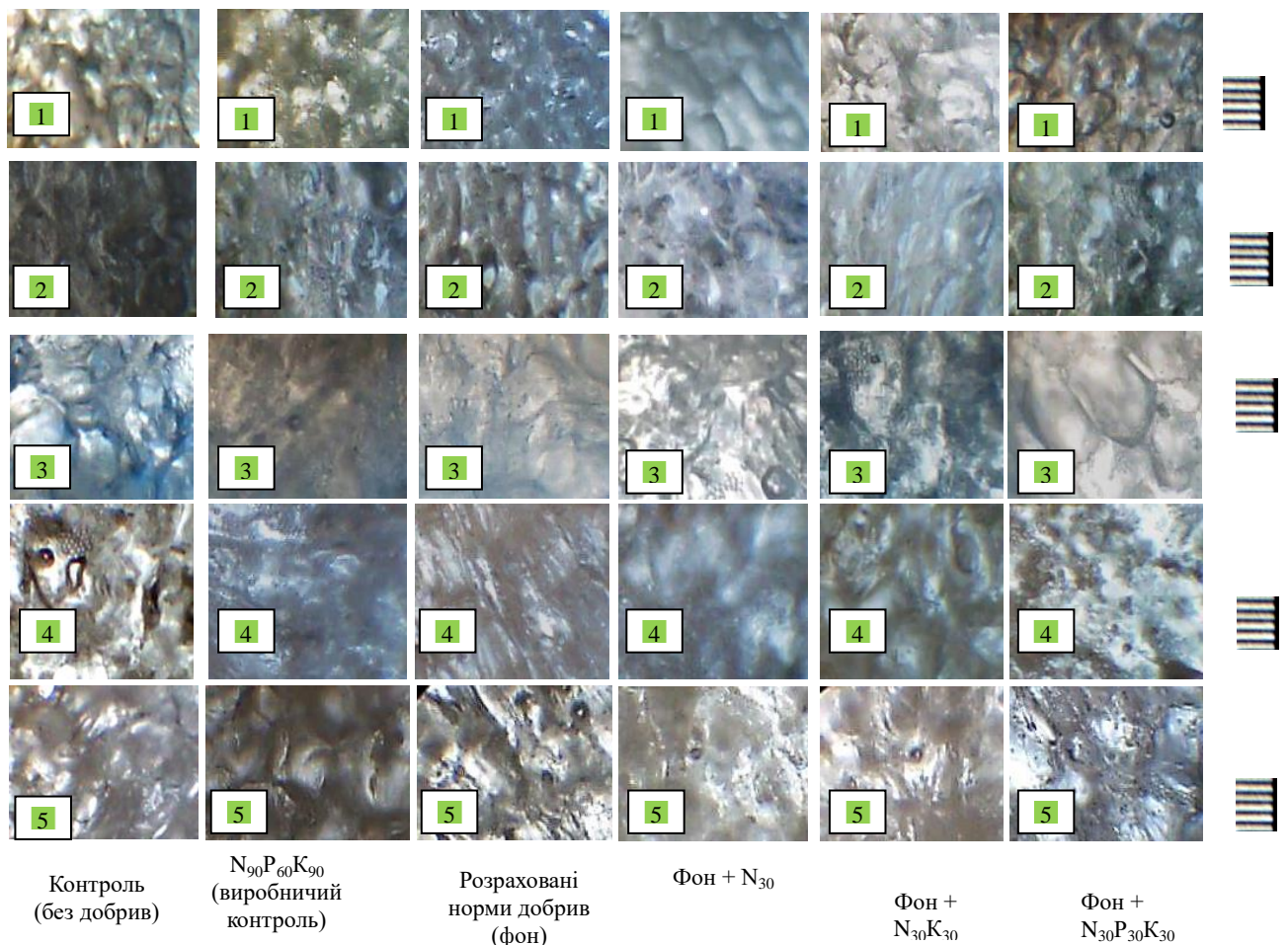
Рис 7.6 Структура паренхімних клітин плодів груші сорту Основ'янська залежно від умов мінерального живлення. Поділка шкали відповідає 0,1 мм.

Вивчення структури паренхімних клітин плодів груші сорту Конференція залежно від умов мінерального живлення показало (рис. 7.7), що на початковому

етапі 4 липня практично всі варіанти досліду мали структурні елементи плодів однакового розміру. Ця закономірність може бути обґрунтована поділом клітин плодів, які завершуються в цей період, тому суттєвого впливу мінеральне живлення на розміри не здійснило.

Дослідження плодів груші сорту Конференція в середині липня показали подібну до плодів груші сорту Основ'янська тенденцію збільшення товщини клітинних стінок без суттєвих відмінностей у розмірах клітин між варіантами.

Проведення анатомічних досліджень у другій декаді серпня (12.08) показало переваги в розмірах клітин варіантів Фон + N₃₀ та Фон + N₃₀K₃₀. В інших варіантах, особливо на контролі, виявились клітини меншого розміру.



1 - 14.07.2019 р.; 2 - 16.07.2019 р.; 3 – 12.08.2019 р.; 4 – 26.08.2019 р.;
5 – 13.09.2019 р.

Рис 7.7 Структура паренхімних клітин плодів груші сорту Конференція залежно від умов мінерального живлення. Поділка шкали відповідає 0,1 мм.

Проведення співставлення та аналізу зрізів в завершальний період досліджень (13 вересня) показало домінування розмірів клітин у варіантах з використанням виробничого контролю ($N_{90}P_{60}K_{90}$) та варіанта Фон + $N_{30}K_{30}$. Такі результати подібні до отриманих показників за вивчення анатомічної будови плодів груші сорту Основ'янська.

Узагальнюючий аналіз вивчення анатомічної будови плодів груші сортів Основ'янська та Конференція дає підставу зробити висновок, що на початковому етапі формування плодів груші застосування додаткового мінерального живлення не впливає на розміри клітин паренхіми. Надалі за рахунок застосування мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{90}$, Фон + $N_{30}K_{30}$ та Фон + N_{30} під час росту плодів параметри паренхімних клітин збільшувалися.

Аналіз хімічного складу плодів яблуні виявив, що в найбільш продуктивний віковий період плодоношення у варіанті без добрив (контроль) вміст сухих розчинних речовин, цукрів і цукрово-кислотний індекс у плодах сорту Айдаред на вегетативній М.4 підщепі був істотно вищим, а вміст кислот – на насіннєвій підщепі (табл. 7.26). Залежно від різного удобрення вміст у плодах досліджуваних інгредієнтів: сухих розчинних речовин, цукрів і органічних кислот теж дещо змінювався, але середні дані аналізів за всі роки досліджень були близькими й істотно не відрізнялися. Цукрово-кислотний індекс був найвищим у плодах з дерев на насіннєвій підщепі у контрольному варіанті 18,2, а на М.4 - у варіанті $N_{120} P_{120} K_{120}$ - 20,0.

Хімічний склад плодів сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі більше змінювався в окремі роки досліджень залежно від погодних умов, особливо в кінці літа і на початку осені, які впливали на інтенсивність досягання яблук. У середньому за 2007–2016 рр. середні показники хімічного складу плодів (табл. 7.27) свідчать, що вміст у них сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот істотно не змінювався за різного удобрення. В період плодоношення найвищий цукрово-кислотний індекс був у варіанті гній 40 т/га - 26,0.

**Показники хімічного складу плодів яблуни сорту Айдаред у період повного
плодоношення за різного удобрення (середні дані за 2007–2016 рр.)**

Підщепа	Система удобрення	Сухі розчинні речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %	Цукрово- кислотний індекс
насіннева	Без удобрення (контроль)	11,0	9,8	0,54	18,2
	Гній 40 т/га	11,9	10,5	0,58	18,1
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,5	10,1	0,56	18,0
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	11,4	10,0	0,58	17,2
вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	11,9	10,3	0,52	19,8
	Гній 40 т/га	12,3	10,9	0,56	19,5
	20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,4	10,7	0,54	19,8
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	12,2	10,6	0,53	20,0
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,6</i>	<i>0,5</i>	<i>0,03</i>	<i>0,09</i>

Таблиця 7.27

**Показники хімічного складу плодів яблуни сорту Кальвіль сніговий у період
повного плодоношення за різного удобрення (середні за 2007-2016 рр.)**

Система удобрення	Сухі розчинні речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %	Цукрово- кислотний індекс
Без добрив (контроль)	12,4	11,3	0,46	24,5
Гній 40 т/га	12,7	11,7	0,45	26,0
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,3	11,6	0,47	24,7
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	12,6	11,4	0,47	24,3
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,6</i>	<i>0,5</i>	<i>0,03</i>	<i>0,8</i>

Плоди у дослідних варіантах з оптимізованим удобренням ґрунті відрізнялися вищим вмістом сухих розчинних речовин, де їх у плодах сорту Конференція було

більше на 1,2–6,7 %, а сорту Основ'янська на 0,7–3,1 % порівняно з показником у контрольному варіанті без удобрення (табл. 7.28).

Таблиця 7.28

**Показники хімічного складу плодів груші залежно від удобрення
(2018 р.)**

Сорт	Варіант удобрення	Сухі розчинні речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %	Вітамін С, мг/100 г сирової маси	Цукрово-кислотний індекс
Конференція	Без удобрення (контроль);	16,4	13,44	0,19	3,56	70,7
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	16,6	13,58	0,21	3,62	64,8
	Розраховані норми добрив (фон)	17,1	13,75	0,20	3,58	68,9
	Фон + N ₃₀	16,6	13,79	0,21	3,58	65,8
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	17,5	14,35	0,20	3,53	72,0
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,4	14,15	0,20	3,61	71,4
Основ'янська	Без удобрення (контроль);	12,9	10,57	0,23	4,84	46,0
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	13,0	10,67	0,26	5,02	41,3
	Розраховані норми добрив (фон)	13,3	10,66	0,23	4,97	46,3
	Фон + N ₃₀	13,0	10,64	0,25	4,90	42,5
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	13,0	10,70	0,24	5,06	44,6
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,1	10,64	0,25	4,91	42,6
HIP ₀₅		0,8	0,70	0,05	0,20	5,2

Збільшення цукрів у плодах сорту Конференція було істотним лише у

варіантах фон+N₃₀ і фон+ N₃₀P₃₀K₃₀. За вмістом органічних кислот ці плоди в досліджуваних варіантах істотно не відрізнялися. Вміст вітаміну С у плодах із дерев у досліджуваних варіантах був у межах 3,56–3,62 мг/100 г сирової маси і значного впливу добрив на нього не виявлено.

Вміст вітаміну С в плодах сорту Основ'янська був значно вищим порівняно з показником у плодах сорту Конференція, а щодо удобрення істотно вищим показником відрізнялися плоди в варіанті Фон + N₃₀K₃₀ - на 4,5 % більше його, ніж у контрольному варіанті без удобрення.

Порівнюючи досліджувані сорти між собою можна відмітити істотне збільшення сухих речовин і цукрів у плодах сорту Конференція порівняно з Основ'янською на 3,5 та 2,87 %. Вміст титрованих кислот і вітаміну С, навпаки, більше було виявлено в плодах груші сорту Основ'янська.

Цукрово-кислотний індекс у плодах сорту Конференція був істотно вищим порівняно з Основ'янською. Серед варіантів удобрення в плодах сорту Конференція він був вищим порівняно з контрольним у варіанті з доведенням до оптимального вмісту в ґрунті NPK, а Основ'янської - за додаткового внесенням до фону N₃₀K₃₀. У варіанті виробничого контролю (N₉₀P₉₀K₉₀) він був менший в плодах обох сортів порівняно з контрольним показником. Це, можливо, зумовлювалося сповільненням процесів дозрівання плодів і відповідно затримкою зменшення вмісту органічних кислот у них, за внесення більшої кількості добрив.

Як відомо, споживання плодів із надмірним вмістом нітратів є шкідливим для людини, що зумовлено тим, що вони в організмі людини перетворюються у нітрити, які спричиняють погіршення здорового стану людини [500, 566, 567].

За даними досліджень вміст нітратів у плодах груші сортів Конференція і Основ'янська при знімальній стиглості знаходився в межах 37,8–39,2 та 22,7–23,8 мг/кг сирової маси, що значно менше гранично допустимої концентрації (60 мг/кг) [600]. Найвищим він був у варіантах з внесенням більшої кількості добрив (N₉₀P₆₀K₉₀) і найменшим – у контрольних плодах з неудобрюваних дерев (рис. 7.8). Істотне збільшення нітратів у плодах сорту Конференція було в варіанті виробничого контролю з щорічним внесенням повного мінерального добрива

(N₉₀P₆₀K₉₀). В плодах сорту Основ'янська збільшення вмісту нітратів у плодах груші було в межах похибки дослідів.

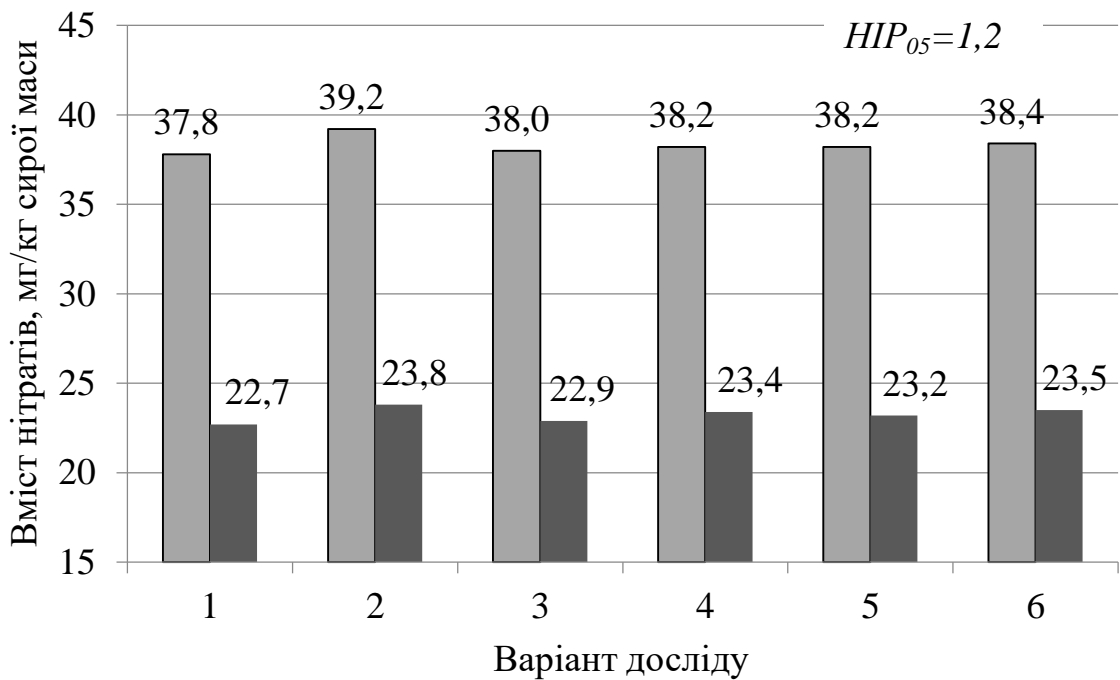


Рис. 7.8 Вміст нітратів у плодах груші сорту Конференція (□) і Основ'янська (■) залежно від удобрення: 1 - без удобрення (контроль), 2 - N₉₀P₆₀K₉₀ (виробничий контроль), 3 - розраховані норми добрив (фон), 4 - фон+N₃₀, 5 - фон+N₃₀K₃₀, 6 - фон+N₃₀P₃₀K₃₀.

Біохімічний склад плодів сорту Золоторітська залежно від різних способів удобрення дещо змінювався, але дані аналізів у 2018 р. були близькими й істотно не відрізнялися (табл. 7.29). Найкращі показники отримані за внесення позакоренево 0,5 % карбаміду і 0,5 % карбаміду + 0,3 % Реаком СР-СО на обох ґрунтових фонах.

Хімічний склад плодів груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення комплексним добривом дещо змінювався, але дані аналізів у 2018 р. були близькими й істотно не відрізнялися (табл. 7.30). Дещо вищим порівняно з іншими варіантами був вміст сухих розчинних речовин і цукру в плодах з дерев, які вирощувалися на ділянках варіанту DripFert 18-18-18+ME. Слід відмітити, що додаткове внесення добрив сприяло деякому збільшенню кількості титрованих кислот у плодах груші. Вміст вітаміну С у

плодах груші був майже на одному рівні по всіх досліджуваних варіантах.

Таблиця 7.29

Хімічний склад плодів груші сорту Золотоворітська за ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення (2018 р.)

Ґрунтове удобрення	Позакореневе удобрення	Сухі розчинні речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %	Вітамін С, мг/100 г сирової маси
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	14,0	11,35	0,21	3,12
	Карбамід 0,5 %	14,4	11,54	0,23	3,17
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	14,6	11,58	0,20	3,12
Розрахована норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	14,4	11,41	0,23	3,18
	Карбамід 0,5 %	14,7	11,56	0,24	3,21
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	14,7	11,57	0,22	3,20
<i>НІР₀₅</i>		<i>0,7</i>	<i>0,64</i>	<i>0,05</i>	<i>0,02</i>

Таблиця 7.30

Хімічний склад плодів груші сорту Основ'янська за позакореневого підживлення (2018 р.)

Варіант удобрення	Сухі розчинні речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %	Вітамін С, мг/100 г сирової маси
Вода (контроль)	12,8	10,61	0,22	4,80
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	12,9	10,69	0,23	4,83
DripFert 18-18-18+ME	13,2	10,74	0,23	4,88
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	13,0	10,68	0,24	4,86
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	13,1	10,70	0,24	4,86
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,6</i>	<i>0,45</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>

Висновки до розділу 7

1. Органічна система удобрення яблуні сортів Айдаред і Кальвіль сніговий на насіннєвій і Айдаред на вегетативній підщепі сприяє утворенню більшого числа квіток з перевищенням контролю в період плодоношення і росту – відповідно на 8, 13 і 16 %. Найвищий ступінь зав'язування плодів у період росту і плодоношення – 23,0–24,8 % на ділянках з удобренням.

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

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

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

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

4. Додаткове до фонового азотне і азотно-калійне удобрення (фон+ N_{30} , фон+ $N_{30}K_{30}$) забезпечує вищу відповідно на 27 і 37 та 30 і 36 % врожайність груші сорту Конференція та Основ'янська на підщепі айва А порівняно з відсутністю

добрив, і на 1 і 3 та 5 і 4 % – за внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль). Між врожайністю груші та вмістом в ґрунті $N-NO_3$ й K_2O сильний зв'язок з коефіцієнтом кореляції (r) відповідно $0,76 \pm 0,13$ і $0,85 \pm 0,08$ та $0,72 \pm 0,15$ і $0,79 \pm 0,11$.

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

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

Матеріали розділу 7 опубліковано та апробовано в працях.

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

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

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

узагальнення результатів дослідження, написання).

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

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

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

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

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

9. 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.

10. Копитко П.Г. Яковенко Р.В. Ґрунтові умови та врожайність повторно вирощуваного яблуневого саду за довготривалого удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2021. № 98. Ч. 1. С. 34-47. DOI: 10.31395/2415-8240-2021-98-1-

34–47 (70 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

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

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

13. Яковенко Р.В. Продуктивність і економічна ефективність вирощування насаджень груші за оптимізованого удобрення. *Вісник Білоцерківського НАУ*. 2021. №2. С. .

14. Kopytko P., Karpenko V., Yakovenko 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. (45 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

15. 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 Macroelemants (n, p, k) in the Soil after Optimized Fertilization. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2020. Vol. 54. P. 77–82. DOI: 10.18805/IJARe.A-454. (75 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

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

17. Яковенко Р.В., Копитко П.Г., Петришина І.П. Поживний режим ґрунту і продуктивність груші за оптимізованого удобрення основними макроелементами. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. Харків, 2018. С. 238–

240 (70 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).

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

19. Яковенко Р.В., Петришина І.П., Мовсесян А.Г. Врожайність молодих насаджень груші залежно від оптимізації родючості ґрунту. *Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції: матер. Всеук. наук. конф.* (м. Умань, 20 квітня 2016 р.). Умань, 2016. С. 100–101.

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

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

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

РОЗДІЛ 8

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

Промислове виробництво плодів є складною системою, яка побудована на комплексному використанні природних, матеріальних, фінансових і трудових ресурсів. У ринкових умовах вона повинна забезпечувати високу економічну ефективність [568, 569]. Для розвитку садівництва необхідне поєднання організаційно-економічних чинників з технічними та технологічними. Головним напрямом докорінних змін економічної ситуації в галузі садівництва є поліпшення використання наявних ресурсів товаровиробників, біокліматичного потенціалу регіонів і запровадження інтенсивних ресурсозберігаючих технологій [451, 570]. Інтенсифікація садівництва передбачає ефективне використання агротехнічних заходів з метою збільшення виробництва високоякісної плодів з одиниці площі при зниженні їх собівартості. Це можливо досягнути лише із застосуванням прогресивних систем ведення культури, де не від'ємною складовою є раціональна система удобрення [571–573]. Особливого значення вона набуває коли насадження закладаються на місцях розкорчовуваних садів, де може проявляється ґрунтовтома.

З результатів досліджень і практичного досвіду відомо, що правильне науково обґрунтоване внесення добрив у садах забезпечує підвищення врожайності на 30–50 %. При цьому забезпечується належна економічна ефективність застосування добрив, а насадження високоефективних конструкцій можуть реалізувати свій потенціал високої продуктивності [1, 9, 16].

Для аналізу економічної ефективності вирощування насадження яблуні та груші в різні вікові періоди росту і плодоношення за повторної культури застосовуючи різні системи удобрення й оптимізоване мінеральне живлення використовувалися загальноприйняті показники: виробничі витрати, собівартість

виробництва плодів, середня реалізаційна ціна плодів яблук й груш, розмір чистого прибутку та рівень рентабельності. Із складених технологічних карт у різні вікові періоди росту і плодоношення розраховували розміри витрат по кожному варіанту удобрення досліджуваних сортопідщепних комбінуваних (додаток Ж.1–Ж.4). Тарифні ставки оплати праці, ціни на добрива, паливно-мастильні матеріали і яблука в розрахунки брали такі, які діяли у рік дослідження. У досліді з довготривалим застосуванням різних систем удобрення в насадженні яблуні сорту Айдаред сума виробничих витрат в основному залежала від варіантів удобрення та рівня врожайності. У період росту і плодоношення врожайність дерев на обох підщепах була ще невисокою, що зумовило незначний прибуток і низьку рентабельність виробництва (табл. 8.1). Зокрема на ділянках контрольного варіанта (без удобрення), де врожайність дерев сорту Айдаред на насінневій і вегетативній М.4 підщепах становила, відповідно, 4,8 і 4,4 т/га отримано збиток у розмірах 0,08 і 0,85 тис. грн. У варіантах з удобренням був незначний прибуток, а рівень рентабельності найвищий був за довготривалого внесення органічних добрив на обох підщепах (насінневій 28,9 і вегетативній 9,4 %).

У період плодоношення і росту значно підвищилася врожайність дерев, що позитивно вплинуло на економічні показники. Найбільший прибуток був у варіантах довготривалого застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення, де він становив, відповідно, 48,2 і 46,1 та 43,5 і 43,7 тис. грн/га. Рівень рентабельності також зріс до 104,3 і 97,7 та 92,8 і 97,7 %.

У період плодоношення були найвищі рівні прибутку, що зумовлювалося відповідним нарощуванням урожайності дослідних дерев сорту Айдаред. Найбільшим він був у варіанті з довготривалим внесенням гною 40 т/га та 20 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$ через рік, відповідно, 88,0 й 81,3 тис. грн./га. Рівень рентабельності вирощування плодів у цих варіантах склав 197,5 і 179,7 %. Дерев сорту Айдаред на вегетативній М.4 підщепі реагували аналогічно на варіанти удобрення, в тому числі й за економічними показниками, але останні були дещо нижчими. Це зумовлювалося, головним чином, однаковою схемою садіння (7×5 м), що для більш слаборослих дерев на М.4 було не зовсім оптимальним.

**Економічна ефективність за повторного вирощування яблуні сорту Айдаред
залежно від підщепи та систем довготривалого удобрення**

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

Урожайність і відповідно показники економічної ефективності вирощування сорту Кальвіль сніговий на насінневій підщепі були дещо нижчими

порівняно з сортом Айдаред (Додаток Ж.2). Період росту і плодоношення характеризувався низькою врожайністю у всіх варіантах 3,5–4,8 т/га, що зумовило низьку прибутковість вирощування плодів. Найбільшу суму прибутку отримано лише у варіантах із органічною та органо-мінеральною системами удобрення, відповідно, 0,09 і 0,26 тис. грн/га. Рівень рентабельності у цих варіантах становив 0,8 і 2,2 %. У цей період за врожайності нижче 4,7 т/га вирощування яблук сорту Кальвіль сніговий у контрольному варіанті (без удобрення) було збитковим, загальні затрати перевищували виручку від реалізації плодів на 22,5 %.

У період плодоношення і росту врожайність значно збільшилася й стабілізувалася в усіх варіантах та становила 12,5-17,4 т/га, тому відповідно зросли показники прибутку та рентабельності вирощування плодів. При цьому найвищими вони були так само за органічного та органо-мінерального удобрення – відповідно 17,6 і 17,9 тис. грн/га та 92,3 і 95,9 %. У період повного плодоношення за внесення органічних і органо-мінеральних добрив було отримано найвищу суму чистого доходу, відповідно, 57,5 і 51,0 тис. грн, а рівень рентабельності становив 132,2 і 117,9 % та найбільш ефективною виявилася органічна система удобрення, а найменш ефективною – мінеральна. Порівняно з сортом Айдаред нижчі показники прибутку та рентабельності у період повного плодоношення Кальвіля снігового зумовлювалися строками реалізації плодів та послабленням попиту на менш лежкі сорти вітчизняної селекції проти більш стійких - інтродукованих.

У досліді з оптимізованим удобренням груші на прибуток і рівень рентабельності впливали варіанти удобрення, врожайність дерев та ціна плодів, яка порівняно з яблуками була в 2–3 рази вищою (додаток Ж.3, Ж.4). У період росту і плодоношення кращими економічними показниками відрізнявся сорт Конференція, порівняно з Основ'янською, що зумовлювалося більшою врожайністю дерев. Найбільший прибуток від реалізації плодів вищого і першого товарного сорту забезпечив варіант фон + N₃₀K₃₀ на рівні - 32,3 тис. грн./га, а рентабельність при цьому становила 154,0 % (рис. 8.1, 8.2). Починаючи з 2013

року (періоду плодоношення і росту) показники економічної ефективності різко зростають і сад приносить значний прибуток, особливо виділяється сорт Основ'янська, де внесення добрив сприяло збільшенню прибутку на 42,9–59,9 %, а сорту Конференція – 35,2–46,9 %. Найменший прибуток від реалізації плодів груші обох сортів отриманий у контрольному варіанті без добрив (12,23–14,74 тис. грн. /га), так як урожайність дерев та товарні якості плодів тут були найнижчі. Найбільші показники були за додаткового внесення N_{30} і $N_{30}K_{30}$ до фону оптимізованого удобрення, розраховуваними дозами добрив за показниками агрохімічних аналізів ґрунту.

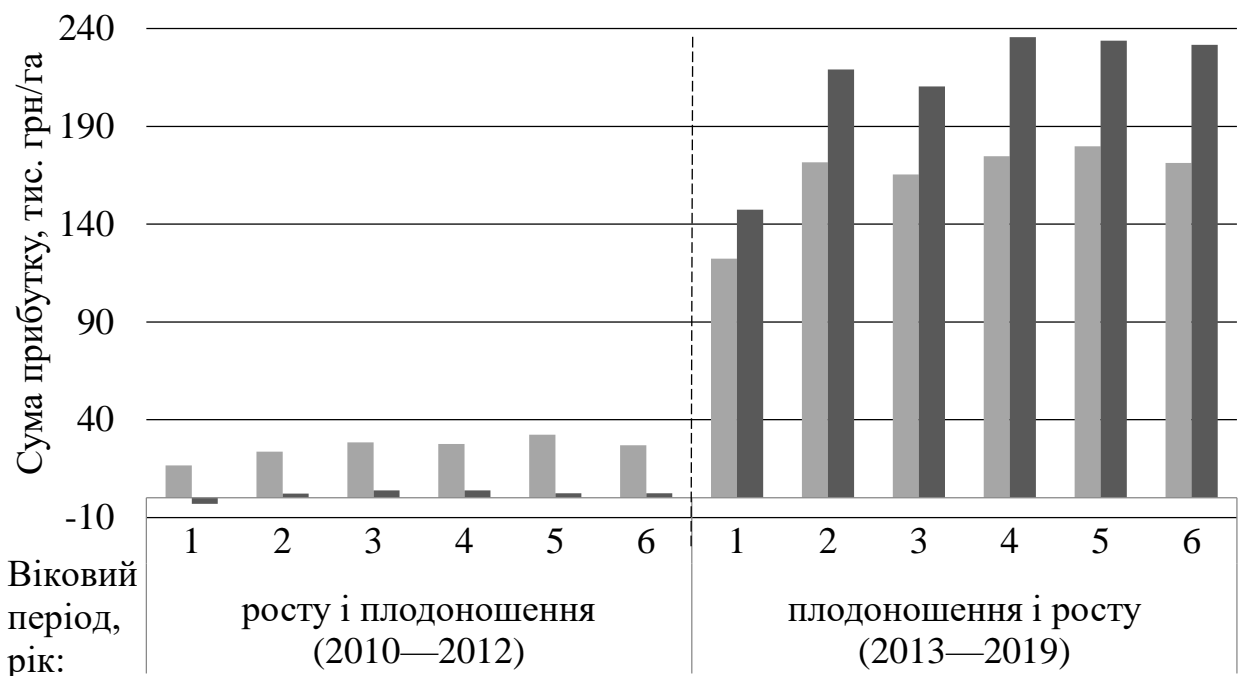


Рис. 8.1. Сума прибутку виробництва плодів груші сорту Конференція (□) і Основ'янська (■) за різного удобрення в різні вікові періоди: 1 – без удобрення (контроль), 2 – $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль), 3 – розраховані норми добрив (фон), 4 – фон + N_{30} , 5 – фон + $N_{30}K_{30}$, 6 – фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$.

У досліді з сумісним удобренням і позакореневим підживленням груші сорту Золотоворітська економічно ефективнішим було позакореневе підживлення карбамідом 0,5 % + РЕАКОМОМ СР – СО 3% на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення, в різні періоди вегетування плодкових

дерев (додаток Ж.4). Сума прибутку в період росту і плодоношення та плодоношення і росту порівняно з контролем (обприскування водою) була вища на 63,4 й 29,8 %. Рівень рентабельності при цьому досягав рівня, відповідно, 69,2 і 296,5 %.

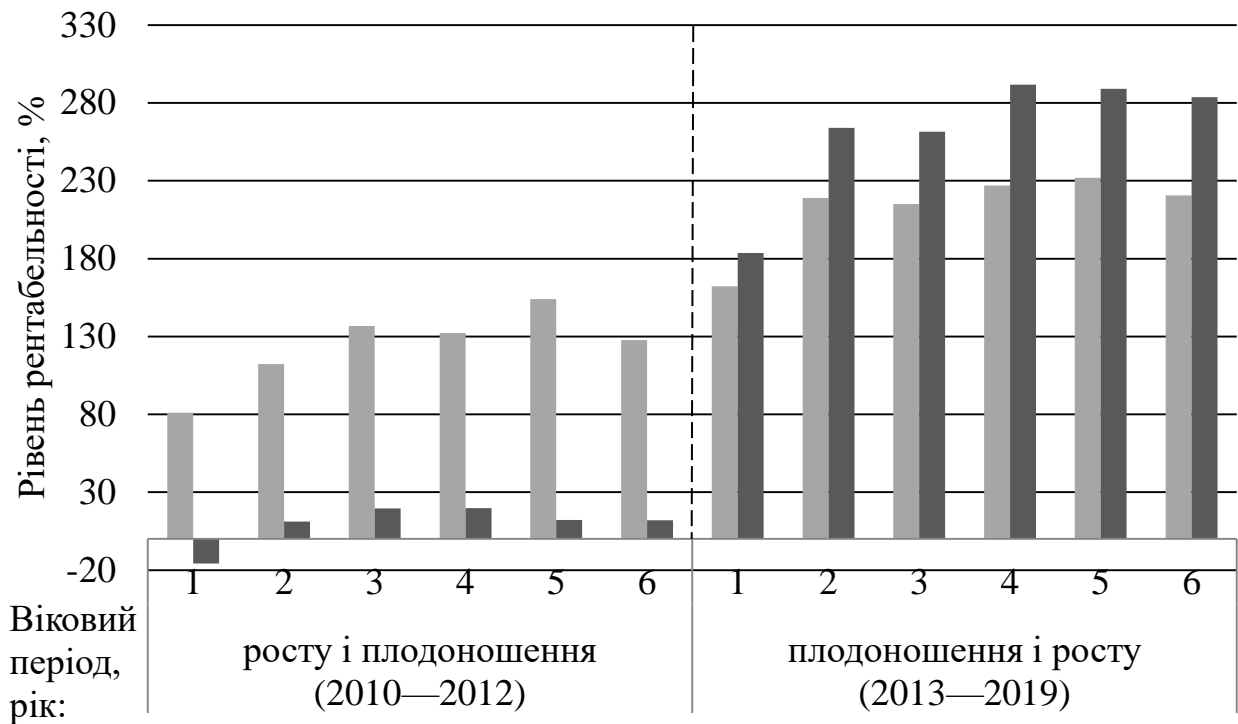


Рис. 8.2. Рівень рентабельності виробництва плодів груші сорту Конференція (□) і Основ'янська (■) за різного удобрення в різні вікові періоди: 1 - без удобрення (контроль), 2 - $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль), 3 - розраховані норми добрив (фон), 4 - фон+ N_{30} , 5 - фон+ $N_{30}K_{30}$, 6 - фон+ $N_{30}P_{30}K_{30}$.

У досліді з позакореневим підживленням насадження груші сорту Основ'янська сума виробничих витрат на догляд за насадженнями змінювалась залежно від досліджуваних варіантів (табл. 8.2). Найбільша вона була у варіантах з підживленням DripFert 18-18-18+ME та DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME (на 1361,6 і 1455,7 грн./га більша, ніж на контролі). Менша сума додаткових виробничих витрат була у варіанті з внесенням позакоренево карбаміду 0,5 % - 805,3 грн./га. Середня ціна реалізації продукції залежала від товарності плодів і коливалась у межах 16325–16880 грн/т.

Таблиця 8.2

Економічна ефективність вирощування плодів груші сорту Основ'янська залежно від позакореневого підживлення (середнє за 2015-2018 рр.)

Позакореневе підживлення	Урожайність, т/га	Середня ціна реалізації 1 т, грн	Вартість продукції, грн/га	Сума виробничих витрат, грн/га	Собівартість 1 т, грн	Сума прибутку, грн/га	Рівень рентабельності, %
Вода (контроль)	12,2	16325	199165,0	78124,7	6403,7	121040,3	154,9
Карбамід 0,5 % (виробничий контроль)	14,6	16880	246448,0	78930,0	5406,2	167518,0	212,2
DripFert 18-18-18+ME	16,3	16795	273758,5	79486,3	4876,5	194272,2	244,4
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME	14,4	16842	242524,8	78743,5	5468,3	163781,3	208,0
DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME	15,5	16752	259656,0	79580,4	5134,2	180076,6	226,3

Незважаючи на вищі виробничі затрати, собівартість плодів груші сорту Основянська у варіантах з внесенням DripFert 18-18-18+ME та DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME була нижча, ніж у контрольному варіанті (обробка водою). Найвища вартість плодів груші була також у цих варіантах, що зумовлено більшою врожайністю.

Розрахунок економічної ефективності вирощування насаджень груші за різного позакореневого підживлення показав, що найбільш рентабельним є внесення DripFert 18-18-18+ME та DripFert 18-18-18+ME + DripFert 13-40-13+ME + DripFert 5-15-40+ME. Рівень рентабельності у цих варіантах становив, відповідно, 244,4 і 226,3 %.

Отже, збільшення економічних показників вирощування насаджень яблуні за довготривалого удобрення залежало від вікових періодів росту дерев і систем удобрення. Застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення в сильнорослих і середньорослих насадженнях за повної врожайності незрошуваних дерев яблуні є прибутковим та рентабельним.

Удобрення є провідним чинником у формуванні прибутковості агрофітоценозу груші. Використання різних сортів і способів внесення добрив у насадженнях груші впливає на економічні показники виробництва плодів у різні вікові періоди росту дерев.

Висновки до розділу 8

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

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

Матеріали розділу 8 опубліковано та апробовано в працях.

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

2. 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

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

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

РОЗДІЛ 9

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК РОСТУ ДЕРЕВ, ВРОЖАЙНОСТІ НАСАДЖЕНЬ І ТОВАРНОЇ ЯКОСТІ ПЛОДІВ З ПОКАЗНИКАМИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

Значна кількість досліджень біологічних об'єктів тісно пов'язані взаємозв'язками із середовищем, а також господарсько-цінними ознаками в межах окремих рослин [574]. Відомо декілька методів аналізу багатофакторних зв'язків, проте метод кореляційних плеяд, який відрізняється можливістю об'єктивного відокремлення істотних зв'язків від неістотних і об'єктивного розміщення ознак за ступенем їх значущості, найбільш придатний для аналізу результатів досліджень у насадженнях багаторічних плодових рослин [575]. Цей метод також дає можливість визначити структуру взаємозв'язків всередині будь-якого комплексу ознак, що поглиблює аналіз щодо підвищення продуктивності насаджень яблуні і груші за оптимізованого удобрення.

В основі методу лежить те, що ознаки зв'язані між собою не хаотично, а утворюють скупчення, групи. Ознаки, що входять в одну групу, помітно сильніше зв'язані між собою, ніж з ознаками інших груп. У межах кожної групи є ознака-індикатор, яка в середньому сильніше зв'язана з рештою ознак своєї групи. П.В. Терентьев [576] для визначення цього явища ввів термін кореляційна плеяда, під яким розуміють групу ознак, які зв'язані між собою сильніше, ніж з ознаками інших плеяд.

Метою наших досліджень було встановлення ступенів залежності рівня та якості врожаю насаджень яблуні і груші від агрохімічних, ростових та товарно-біохімічних показників під впливом удобрення, підживлення, типу підщепи, сорту. Послідовність побудови кореляційних плеяд полягала в вираховуванні (за допомогою статистичних програм) коефіцієнтів множинних кореляцій між ознаками при певній кількості зв'язків і побудові кореляційних матриць залежностей, в яких виділялись коефіцієнти кореляції, достовірні на певному

достовірному рівні, кореляційних кілець, що визначали первинні центри зв'язків, кореляційних плеяд згідно певних геометричних типів (зіркового, мережевого, змішаного) та їх аналізі. Для аналізу використовувалися такі показники: Y – урожайність, т/га; $N-NO_3$ – нітратний азот (за нітрифікаційною здатністю), мг/кг; K_2O – рухомий калій, мг/кг; ОК – об'єм крони, м; ПОШ – приріст обхвату штамбу, мм; СДП – середня довжина пагонів, см; ПЛП – площа листової поверхні тис. m^2 /га; НДП – навантаження дерев плодами, шт./дерево; СМП – середня маса плоду, г; ТП – сумарний вихід плодів вищого та першого товарних сортів, %; Ц – цукри, %; ТК – титровані кислоти, %; ЦКІ – цукрово-кислотний індекс, ВЛ – волога, % та Х – вміст хлорофілу, % в листі.

Досліджуючи вплив різних систем довготривалого удобрення насаджень яблуні сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі в період повного плодоношення (2004 - 2016 рр.) найбільше залежала врожайність від забезпеченості дерев нітратним азотом ($N-NO_3$) – $r = 0,97$, обмінним калієм (K_2O) – $0,95$, площею листової поверхні (ПЛП) – $r = 0,84$, навантаженням плодами (НДП) – $r = 0,96$, де спостерігався сильний кореляційний зв'язок, також середній зв'язок між об'ємом крони (ОК) – $r = 0,61$ (рис. 9.1). В кореляційній плеяді високою місткістю зв'язків виділяються вмістом цукрів з урожайністю (Y) – $r = 0,97$, цукрово-кислотним індексом (ЦКІ) – $r = 0,81$ і середньою масою плоду (СМ) – $r = 0,95$. Вміст титрованих кислот у плодах обернено корелюють з урожайністю (Y) – $r = -0,34$, середньою масою плоду (СМ) – $r = -0,10$ і цукрово-кислотним індексом (ЦКІ) – $r = -0,85$.

Кореляційні зв'язки у сорту Айдаред на насіннєвій підщепі були подібними до Кальвіля снігового на аналогічній підщепі в віковий період повного плодоношення (рис. 9.2). Урожайність дерев прямо корелювала з площею листової поверхні – $r = 0,98$, сумарним виходом плодів вищого і першого товарного сорту $r = 0,89$, середньою довжиною пагонів $r = 0,92$, вмістом вологи у листі $r = 0,79$, вмістом нітратного азоту $r = 0,88$ та рухомого калію в ґрунті $r = 0,85$. Вміст цукрів у плодах мав прямий сильний зв'язок з урожайністю $r = 0,96$, середньою масою $r = 0,70$ і кислотністю плодів $r = 0,71$. Цукрово-кислотний

індекс мав непрямий сильний зв'язок з масою плоду $r = -0,45$ і вмістом кислот $r = -0,59$.

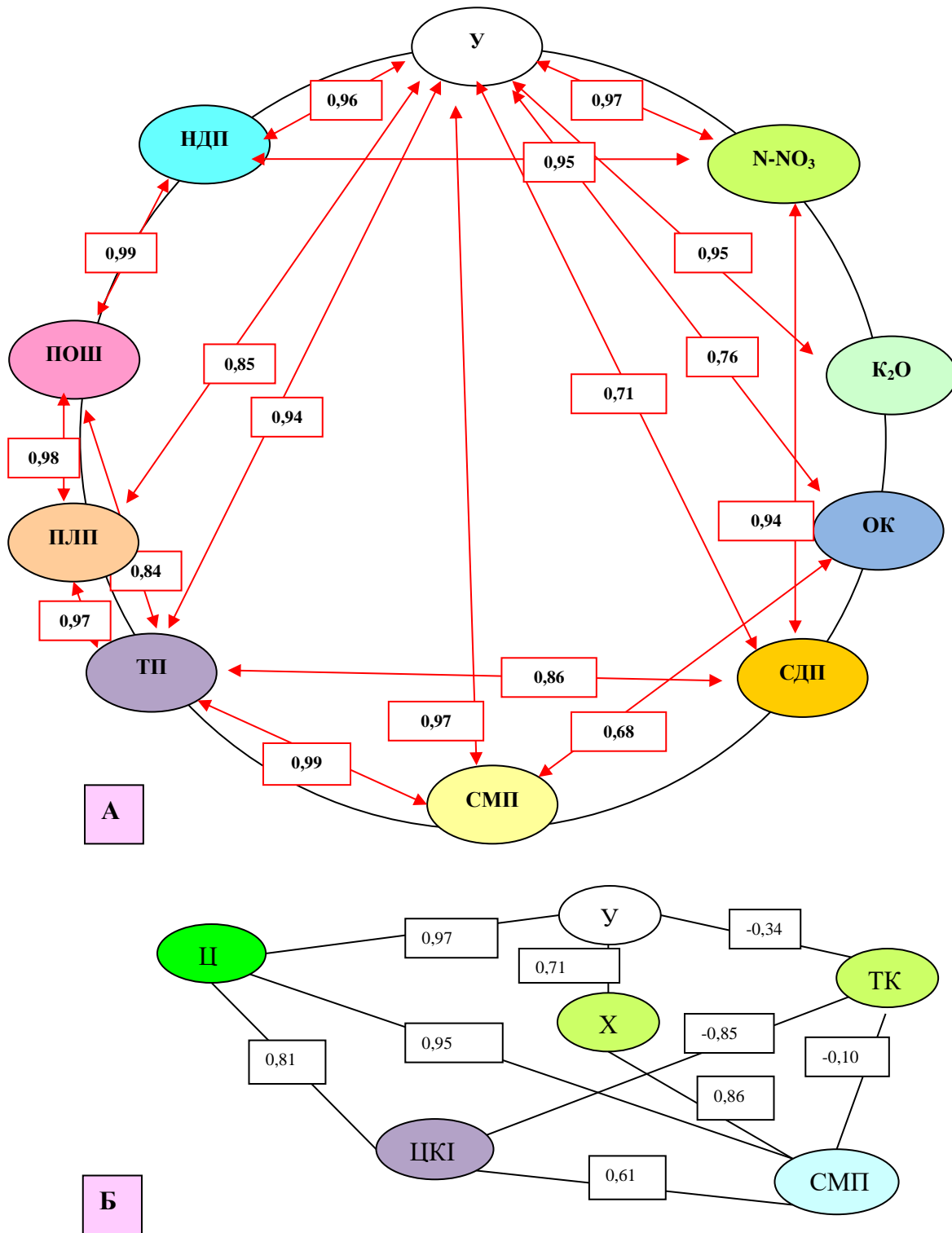


Рис. 9.1. Кореляційне кільце (А) та плеяда (Б) залежності між урожайністю та показниками родючості ґрунту, росту дерев і якістю плодів яблуни сорту Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі в період плодоношення, (середнє за 2004–2016 рр.)

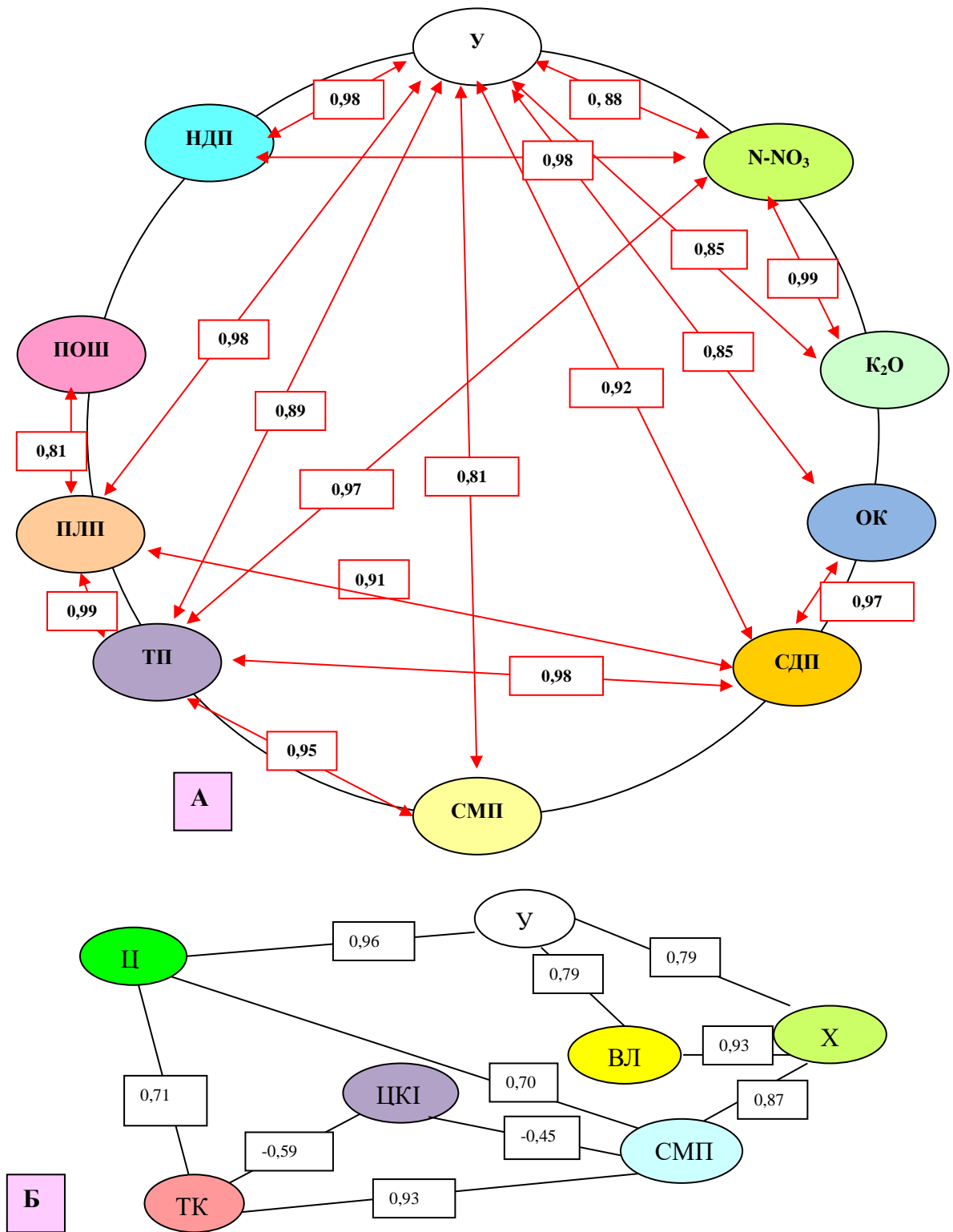


Рис. 9.2. Кореляційне кільце (А) та плеяда (Б) залежності між урожайністю та показниками родючості ґрунту, росту дерев і якістю плодів яблуни сорту Айдаред на насіннєвій підщепі в період плодоношення (середнє за 2004–2016 рр.)

У насадженнях яблуни сорту Айдаред на М.4 урожайність дерев прямо корелювала з площею листкової поверхні - $r = 0,92$, середньою масою плоду

$r = 0,86$, середньою довжиною пагонів $r = 0,81$, вмістом хлорофілу $r = 0,80$, вмістом нітратного азоту в ґрунті $r = 0,83$ та обернено з вмістом цукрів у плодах $r = -0,77$ і цукрово-кислотним індексом $r = -0,76$ (рис. 9.3).

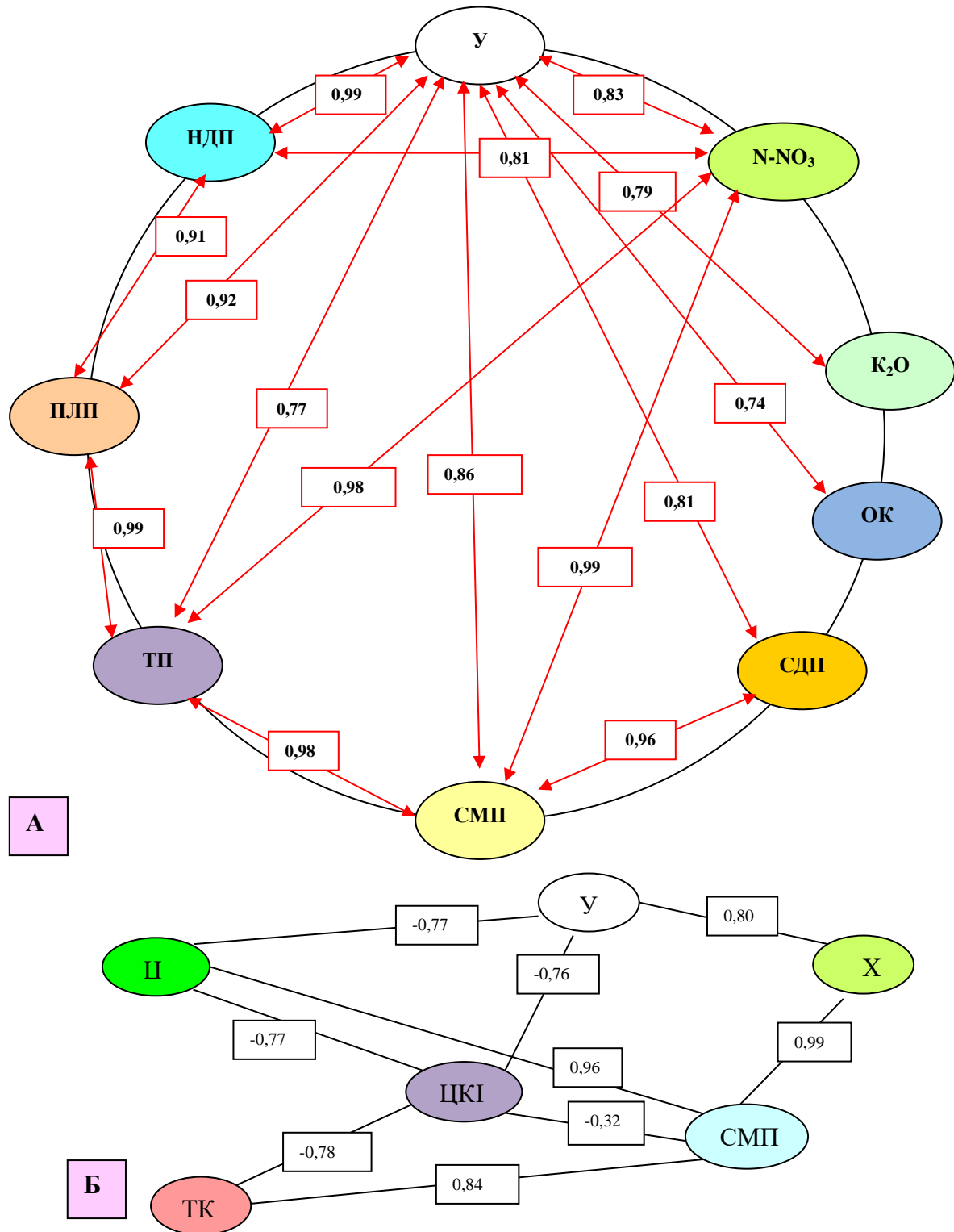


Рис. 9.3 Кореляційне кільце (А) та плеяда (Б) залежності між урожайністю та показниками родючості ґрунту, росту дерев і якістю плодів яблуні сорту Айдаред на М.4 в період плодоношення, (середнє за 2004–2016 рр.)

Цукрово-кислотний індекс мав обернену кореляційну залежність з масою плоду $r = -0,32$, вмістом кислот $r = -0,78$ і цукрів $r = -0,77$.

У досліді з вивчення впливу оптимізованого удобрення груші сорту Конференція на підщепі айва А (рис. 9.4), в період плодоношення і росту

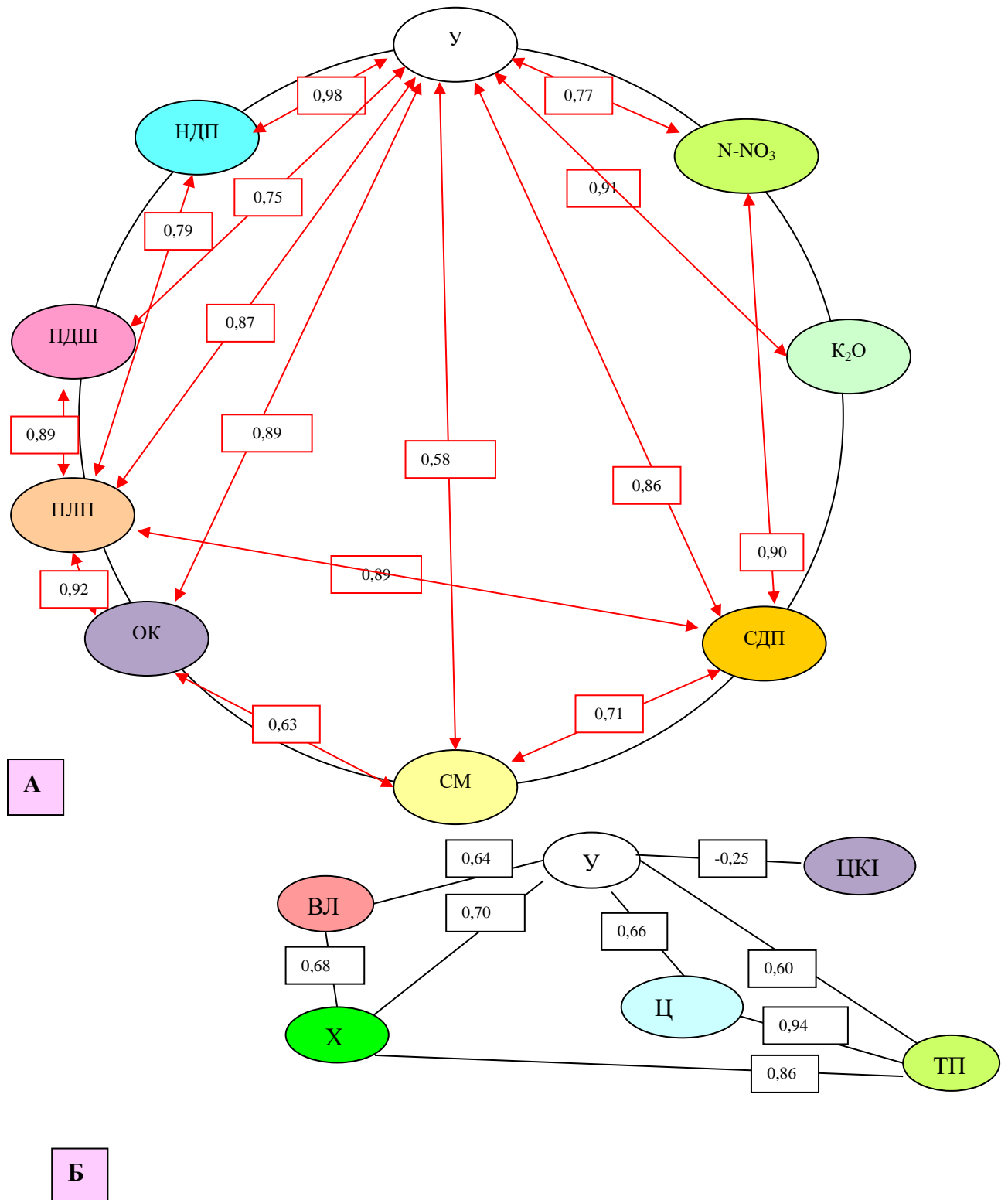


Рис. 9.4. . Кореляційне кільце (А) та плеяда (Б) залежності між урожайністю та показниками родючості ґрунту та росту дерев груші сорту Конференція в період плодоношення і росту, (середнє за 2013-2019 рр.).

(2013–2019 рр.) сильний кореляційний зв'язок спостерігався між урожайністю та забезпеченістю дерев нітратним азотом $r = 0,77$, обмінним калієм $r = 0,91$, об'ємом крони $r = 0,89$, площею листкової поверхні $r = 0,92$. Середній зв'язок спостерігався між урожайністю та середньою масою плодів $r = 0,58$, вмістом вологи $r = 0,64$, хлорофілу в листі $r = 0,70$, вмістом цукрів у плодах $r = 0,66$. Встановлено непрямої кореляційні зв'язок між цукрово-кислотним індексом $r = - 0,25$. Товарність плодів прямо корелювала з вмістом у листі хлорофілу $r = 0,86$ і цукрів у плодах $r = 0,94$.

У сорту Основ'янська в період плодоношення і росту (2013–2018 рр.) сильний кореляційний зв'язок спостерігався між урожайністю та забезпеченістю дерев нітратним азотом $r = 0,73$, обмінним калієм $r = 0,88$, приростом пагонів $r = 0,93$, площею листкової поверхні $r = 0,95$, об'ємом крони $r = 0,82$, вологою $r = 0,88$ та хлорофілом $r = 0,74$ в листі (рис. 9.5). Обернений кореляційний зв'язок встановлено між урожайністю та цурками у плодах $r = - 0,82$.

У насаджень груші сорту Золотоворітська на підщепі айва А, в період плодоношення і росту (2013–2018 рр.) сильний кореляційний зв'язок спостерігався між урожайністю та забезпеченістю дерев нітратним азотом $r = 0,76$, обмінним калієм $r = 0,73$, площею листкової поверхні $r = 0,96$, середньою довжиною пагонів $r = 0,96$, хлорофілом в листі $r = 0,86$ (рис. 9.6). Обернений кореляційний зв'язок встановлено між урожайністю та масою плоду $r = - 0,37$.

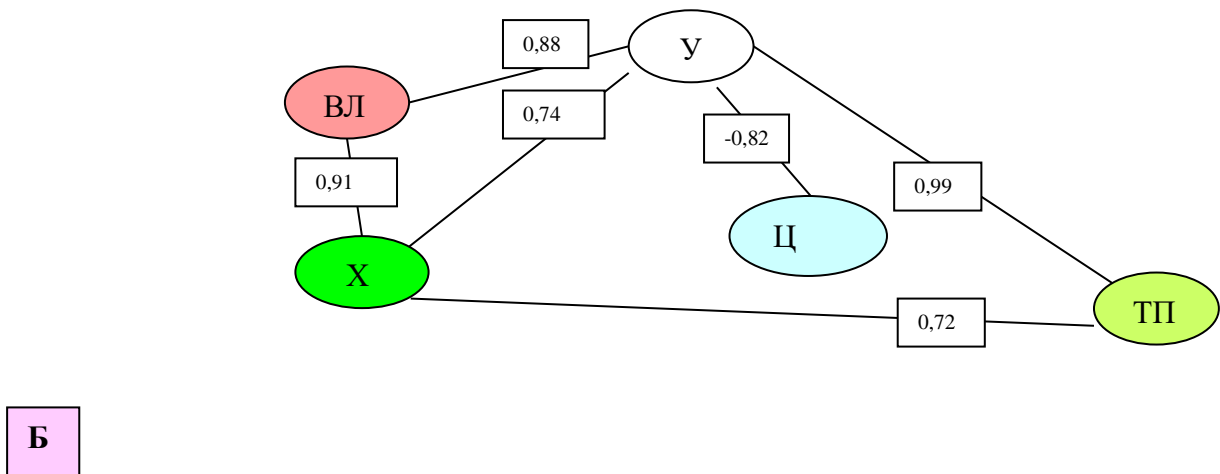
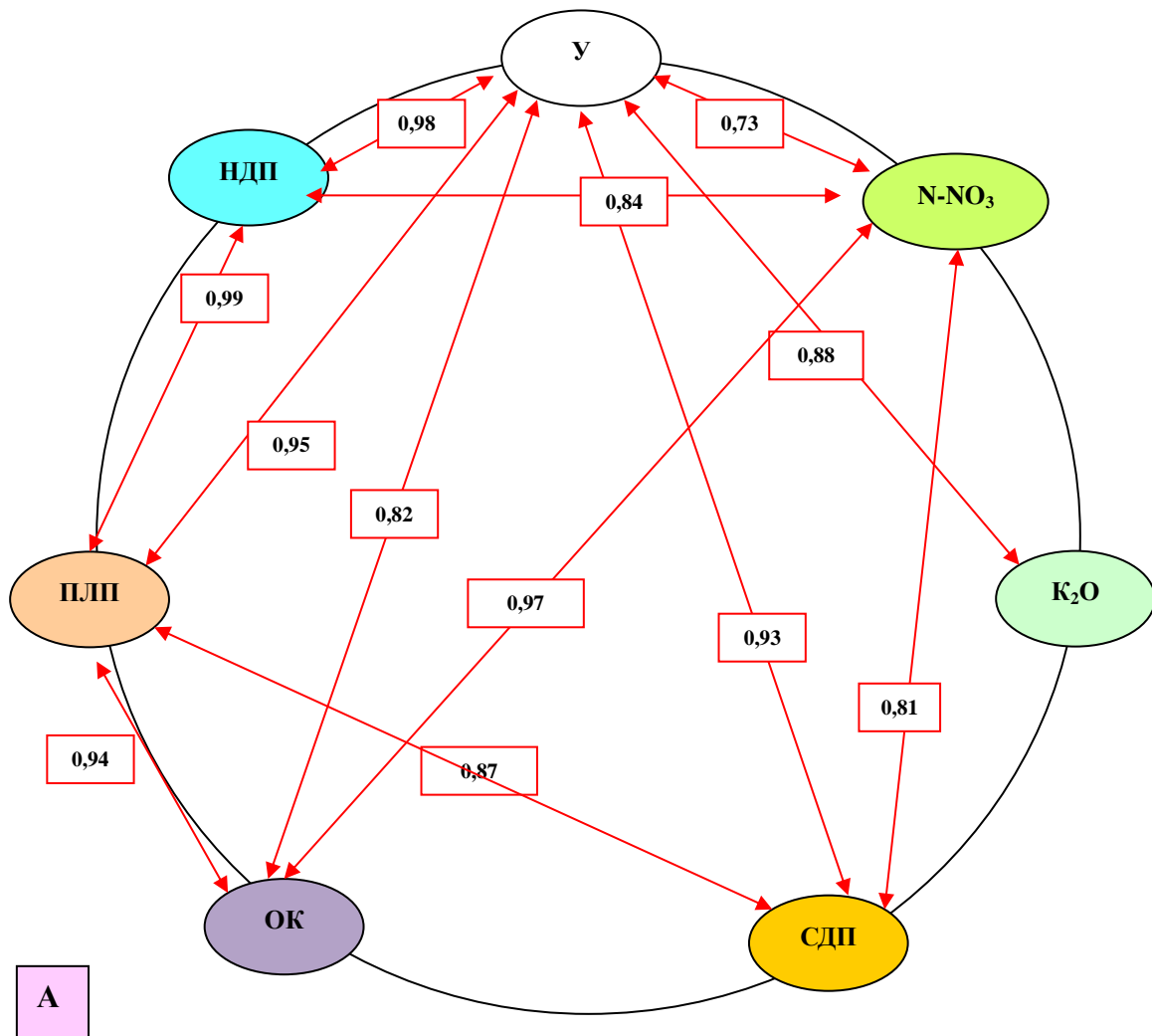


Рис. 9.5. Кореляційне кільце (А) та плеяда (Б) залежності між урожайністю та показниками родючості ґрунту, росту дерев і якістю плодів груші сорту Основ'янська в період плодоношення і росту, (середнє за 2013–2019 рр.).

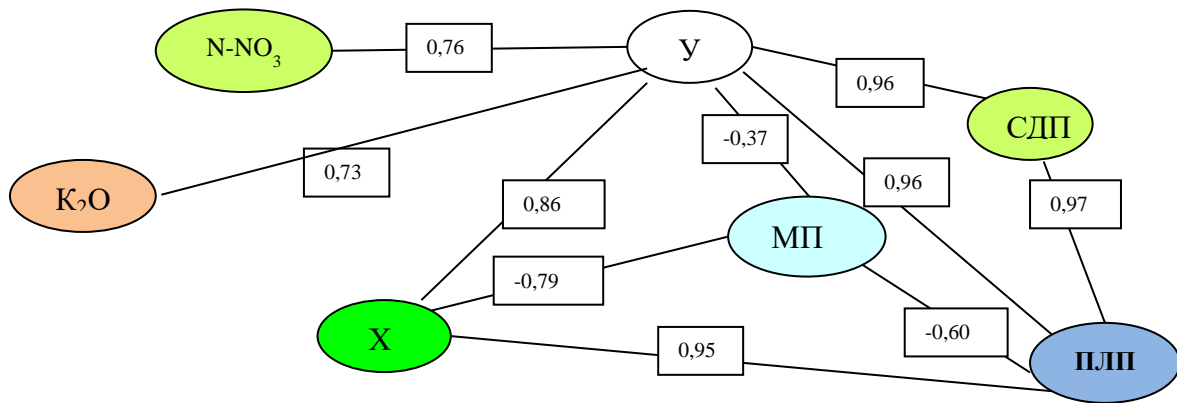


Рис. 9.6. Кореляційна плеяда залежності між урожайністю та показниками росту та якістю плодів груші сорту Золотоворітська в період росту і плодоношення, (середнє за 2013-2018 рр.).

Отже, у насадженнях яблуні і груші за ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення вирощуваних в різні вікові періоди плодоношення дерев індикатором, що має найбільший кореляційний зв'язок між врожайністю виступає вміст нітратного азоту в ґрунті (за нітрифікаційною здатністю), рухомих форм калію, площа листкової поверхні й середня довжина пагонів і вміст хлорофілу в листі.

ВИСНОВКИ

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

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

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

Встановлено на 14–17 % слабший ріст дворічних дерев яблуні на підщепі М.9 після вирощування яблуні впродовж 84 років, однак різниці в активності росту залежно від насичення у ґрунті дрібним корінням розкорчованих дерев не виявлено. В той же час, за наявності в ґрунті 400 чи 800 г/кг таких коренів приріст біомаси відповідно на 17 і 14 % менший, ніж на ґрунті з неудобрюваних 84 роки ділянок, і лише на 3 % менший за внесення гною.

Вирощування в пристовбурних смугах сидератів – гірчиці білої або чорнобривців розлогих або передсадивне внесення 40 т/га гною ВРХ підвищує біологічну активність ґрунту (за виділенням CO_2), що на 4,2–6,6 % знижує токсичну дію ґрунтовтоми.

3. Доведено, що за тривалого (84 р.) внесення через рік 40 т/га гною ВРХ в ґрунті на 0,82 % вищий вміст гумусу, порівняно з ділянками без удобрення, а також зростає до 28,6 мг/кг ґрунту рівень N-NO₃, до 229 – P₂O₅ і до 270 мг/кг K₂O. Близькі параметри ґрунту формуються і за тривалого внесення половинних норм добрив – 20 т/га гною з N₆₀P₆₀K₆₀.

За повторного – протягом 34 років вирощування яблуні щільність ґрунту в міжряддях збільшується за внесення N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ та без удобрення, а за внесення через рік 40 т/га гною чи 20 т/га гною з N₆₀P₆₀K₆₀ знижується відповідно на 14 і 12 %, порівняно з контролем (без удобрення), до оптимальних меж 1,0–1,3 г/дм³.

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

Удобренням груші азотом і калієм за агрохімічними показниками ґрунту в межах оптимальних рівнів для яблуні підтримується вміст нітратного (за нітрифікаційною здатністю) азоту і рухомих форм калію. За додаткового до фонового внесення N₃₀P₃₀K₃₀ вміст у ґрунті N–NO₃ і K₂O вищий відповідно на 3,1 і 8,4, а P₂O₅ – на 17,8 мг/кг, а за додаткового внесення N₃₀ і N₃₀K₃₀ лише на 2,7–2,9 і 5,8–7,8 мг/кг зростає рівень N–NO₃ і K₂O.

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

У період плодоношення і росту приріст діаметра штамба груші сорту Конференція істотно – на 43 % поступається сорту Основ'янська з відповідно на 12 і 8 % більшим показником за внесення N₉₀P₆₀K₉₀, порівняно з відсутністю удобрення. За додаткового до оптимізованого внесення в ґрунт азотних чи суміші азотних і калійних добрив показник істотно не зростає.

У періодах росту і плодоношення та плодоношення і росту, сумарний приріст

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

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

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

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

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

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

8. Органічна система удобрення яблуні сортів Айдаред і Кальвіль сніговий на насінневій і Айдаред на вегетативній підщепях сприяє утворенню більшого числа квіток з перевищенням контролю в період плодоношення і росту – відповідно на

8, 13 і 16 %. Найвищий ступінь зав'язування плодів у період росту і плодоношення – 15,3–24,8 % на ділянках з удобренням.

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

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

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

10. Додаткове до фонового азотне і азотно-калійне удобрення (фон + N_{30} , фон + $N_{30}K_{30}$) забезпечує вищу відповідно на 27 і 37 та 30 і 36 % врожайність груші сорту Конференція та Основ'янська на підщепі айва А порівняно з відсутністю добрив, і на 1 і 3 та 5 і 4 % – за внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль). Між врожайністю груші та вмістом в ґрунті $N-NO_3$ й K_2O сильний зв'язок з коефіцієнтом кореляції (r) відповідно $0,76 \pm 0,13$ і $0,85 \pm 0,08$ та $0,72 \pm 0,15$ і $0,79 \pm 0,11$.

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

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

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

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

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ ТА ПРОЕКТИМ УСТАНОВАМ

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

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

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

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

5. Розрахунок норм добрив для оптимізованого удобрення насаджень груші на підщепі айва А вести з доведенням вмісту азоту та калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті до рівня N-NO₃ – 25–30 (після 14-добового компостування) і K₂O – 260–300 мг/кг ґрунту (за методом Егнера-Ріма-Домінго).

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

7. Додатково до розрахованих норм азотних і калійних добрив (з доведенням до оптимального рівня) в насадженнях груші на підщепі айва А щорічно вносити по 30 кг/га д. р. азотних і калійних добрив. Раз у 3–4 роки проводити агрохімічний аналіз ґрунту і коригування норм добрив для доведення до оптимальних показників вмісту в ньому рухомих сполук NPK.

8. Позакоренева підживлення насадження груші комплексним добривом з вмістом 45-45 РК + мікроелементи (Zn, Cu, B, Mn, Mo, Co) та додаванням 0,5 %-го

розчину карбаміду або 18-18-18 NPK + мікроелементи (Fe, Zn, Mn, Cu, B) - перше після цвітіння, наступні два з інтервалом 10–14 діб, на фоні оптимізованого ґрунтового удобрення з доведенням до оптимальних рівнів (за аналізом ґрунту) вмісту рухомих сполук NPK.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Копитко П. Г. Удобрення плодових і ягідних культур. Київ: Вища школа, 2001. 206 с.
2. Иванов В. Ф., Иванова А. С., Опанасенко Н. Е., Литвинов Н.П., Бажов В.И. Экология плодовых культур. Киев: Аграрна наука, 1998. 406 с.
3. Копитко П. Г. Ґрунтові умови мінерального живлення і захворювання яблуні дрібнолистістю та хлорозом. Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. Умань. 2011. С. 432–437.
4. Трунов Ю.В. Минеральное питание садовых растений – достижения, проблемы и перспективы. *Научные основы минерального питания и применения удобрений в насаждениях плодовых культур: матер. Межд. науч.-практ. конф. (г. Мичуринск, 20-22 октября 2010 г.)*. Мичуринск, 2011. С. 3–11.
5. Zhao ZP, Tong YA, Liu F, Wang XY. Effects of different long-term fertilization patterns on Fuji apple yield, quality, and soil fertility on Weibei Dryland, Shaanxi Province of Northwest China. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2013. Nov. 24(11). P. 3091-8.
6. Wang Na, Joost Wolf, Zhang Fu-suo. Towards sustainable intensification of apple production in China – Yield gaps and nutrient use efficiency in apple farming systems. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016. 15(4). P. 716-725
7. Копитко П.Г. Ґрунтові умови і продуктивність насаджень яблуні. *Наук. Вісник НУБіП*. 2012. Вип. 180. С. 200-209.
8. Рубін С.С. Удобрення плодових і ягідних культур. Київ, 1962. 547 с.
9. Серета І.І. Вплив передпосадкового та поточного окультурення на водно-фізичні властивості дерново-підзолистого піщаного ґрунту, мінеральне живлення та продуктивність яблуні. *Садівництво*. Київ: Нора-прінт, 1999. Вип. 49. С.116-124.
10. Kozak N.V. Problems of Soil Productivity in Horticulture. *Eurasian Soil Science*. Nov. 26 (10).1994. S.84-95.
11. Яковенко Р.В. Де якому саду місце. *Садівництво по українськи*. №2. 2015.

С. 74-75.

12. Яковенко Р.В. Агрохімічне обстеження ґрунтів під плодові насадження. Сучасний сад та його інтегрований захист. *Пропозиція нова. (спецвипуск)*. Київ, 2012. С. 26–27.

13. Майдебуря В.И., Городний Н.М., Козак Н.В. Некоторые показатели пригодности почв под плодовые насаждения. Тезисы докл. *Регионального совещания участников географической сети опытов с удобрениями УССР и Молдавской ССР*. Москва, 1975. С. 235-236.

14. Неговелов С. Ф., Вальков В.Ф. Почвы и сады. Ростов на Дону: Изд-во Ростов. ун-та, 1985. 192 с.

15. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005. 300 с.

16. Придатність ґрунтів під сади і ягідники / за ред. П. Д. Поповича. Київ: Урожай, 1981. 160 с.

17. Козак М.В. Економічна ефективність вирощування садів на різних типах ґрунтів і застосування мінеральних добрив. *Вісник с.-г. науки*. 1987. №5. С.22-28.

18. Козак В.М. Агроекологічні основи збереження родючості ґрунтів в промисових насадженнях яблуні та їх якісна оцінка в садівництві України: автореф. дис. ... д. с-г. наук: 06.01.03. Харків, 1999. 32 с.

19. Недвига М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. Київ, 1994. 344 с.

20. Копитко П.Г., Яковенко Р.В. Ґрунтові умови і продуктивність плодових насаджень у садозміні. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. Харків, 2014. С. 181–183.

21. Чиж О.Д., Серета І.І. Оптимізація мінерального живлення яблуні на чорноземі типовому, сірому лісовому та дерново-підзолистому ґрунтах. *Садівництво*. 1992. Вип.41. С.64-68.

22. Кашин В.И. Научные основы адаптивного садоводства. Москва: Колос, 1995. 335 с.

23. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского

хазяйства (концепция). Пушино, 1994. 148 с.

24. Гриник І.В., Омельченко І.К., Литовченко О.М. Шляхи вирішення проблем у розвитку садівництва України. *Садівництво*. 2012. Вип. 65. С.5–19.

25. Сигида Р.С. Анализ экологической ситуации на территории Центрального Предкавказья. *Вестник ОГУ*. Вып. 85. 2008. С. 142-148.

26. Sarec P., Novák P. Influence of manure and activators of organic matter biological transformation on selected soil physical properties of Modal Luvisol. *Agronomy Research*. 2017. Vol. 15(2). P. 565-575.

27. Smith P. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. *European journal of agronomy*. 2004. Vol. 20. P. 229-236.

28. Chyba J., Kroulik M., Křištof K., Misiewicz P., Chaney K. Influence of soil compaction by farm machinery and livestock on water infiltration rate on grassland. *Agronomy Research*. 2014. Vol. 12. P. 59-64.

29. Six J., Paustian K., Elliott E.T., Combrink C. Soil structure and organic matter I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Sci. Soc. of America Journal*. 2000. Vol. 64. P. 681-689.

30. Яковенко Р.В., Копитко П.Г. Збереження родючості ґрунту за довготривалого удобрення яблуневого. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. Харків, 2010. С. 219–221.

31. Козак Н.В. Проблемы плодородия почв в садоводстве. *Почвоведение*. 1993. №8. С.60-66.

32. Господаренко Г. М. Удобрення садових культур. Київ: СІК ГРУП Україна, 2017. 340 с.

33. Небел Б. Наука об окружающей среде: как устроен мир: в 2-х томах. Т.1. Москва: Мир, 1993. 424 с.

34. Горбань В.А. Співвідношення екологічних функцій ґрунтів та їх екологічних властивостей. *Ґрунтознавство*. 2008. Т. 9. № 1–2. С. 124–127.

35. Маркин Б.М., Хазиахметов Р.М. Адаптивный поход как центральная задача экологически ориентированого управления агроэкосистемами. *Сельскохозяйственная биология*. 2001. №3. С. 10–14.

36. Kopytko P., Karpenko V., Yakovenko 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.

37. Бутило А.П. Зміна головних показників родючості після 48 років застосування різних систем утримання ґрунту в саду. *Зб. наук. пр. УСГА*. Умань, 2000. С. 291–297.

38. Копытко П. Г. Формирование почвенного плодородия в садах и пути его оптимизации. *Почвоведение: тезисы. докл. III съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР*. Харьков, 1990. С. 87-89.

39. Копитко П.Г., Геркіял О.М., Господаренко Г.М. Збереження ґрунту і відтворення його родючості в Правобережному Лісостепу. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2002. Кн. 1. С. 82–92.

40. Рубин С.С. Содержание почвы и удобрение в интенсивных садах. Москва: Колос, 1983. 272 с.

41. Попова В.П. Биоценотический подход к разработке технологий оптимизации пищевого режима садовых агроценозов. *Садоводство и виноградарство*. 2004. №5. С. 2–5.

42. Сергеева Н.Н., Захарова М.Е., Федоркова Н.П. Критерии оценки эффективности применения интегрированной системы удобрения в садовых агроценозах интенсивного типа. *Оптимизация технолого-экономических параметров структуры агроценозов и регламентов возделывания плодовых культур и винограда*. Краснодар, 2008. Т. 1. С. 253–257.

43. Fageria N.K., Baligar V.C., Li Y.C. The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. *Journal of Plant Nutrition*. 2008. Vol. 31. P. 1121-1157.

44. Копитко П.Г., Петренко С.О., Слюсаренко В.С. Урожайність і якість плодів груші за оптимізації ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення. *Вісник УНУС*. 2018. №1. С. 72–77

45. Копитко П. Розумне удобрення. *Садівництво по-українськи*. 2019. №3. С. 48–50.

46. Малюк Т.В. Діагностика якості мінерального живлення плодкових культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 82. С. 45–50.
47. Леонович И.С., Рябцева Т.В. Влияние биологических и минеральных удобрений на рост и продуктивность деревьев яблони сорта Чаравница. *Плодоводство*. 2002. Т. 14. С. 48–51.
48. Копитко П.Г. Як ґрунт тримати (парова і паро-сидеральна системи). *Садівництво по-українськи*. 2015. №2. С. 66–69.
49. Копитко П.Г. Як ґрунт тримати (дерново-перегнійна система і як обрати спосіб утримання). *Садівництво по-українськи*. 2015. №3. С. 70–72.
50. Копитко П.Г., Яковенко Р.В. Показники родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту у повторно вирощуваному яблуневому саду за довготривалого удобрення. *Вісник СНАУ*. Вип. 10-11 (14-15). 2007. С. 122–125.
51. Мельников А.А., Волков И.А., Коротков О.А. Пестициды и окружающая среда. Москва, 1977. 240 с.
52. Соколов М.С. Возможности получения экологически безопасной продукции растениеводства в условиях загрязненной среды. *Агрохимия*. 1995. №6. С. 107–125.
53. Мелешко Ю.В., Заїка І.В. Пестициди в ґрунтах цетрального Придніпров'я. *Агрохімічні та агроекологічні проблеми підвищення родючості ґрунтів і використання добрив: матер. Міжн. наук.-практ. конф.* 2015. С. 112–118.
54. 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.
55. Копитко П., Яковенко Р., Петришина І. Агроекологічні основи раціонального удобрення насаджень яблуні і груші. *Екологізація і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства* тези *Міжн. наук.-практ. конф.* Тернопіль, 2014. С. 128–130.
56. Жук В.М. Мінеральне живлення яблуні з різною щільністю садіння. *Сад*. 1994. №8. С. 14–15.
57. Бичкова Л.І., Москаль О.І. Система удобрення й утримання ґрунту та

екологічний стан садівництва. *Садівництво півдня України*. Запоріжжя, 2001. С. 98–112.

58. Балаєв А.Д., Богданович Р.П., Алексеєнко І.М. Трансформація і гуміфікація рослинних решток за різного обробітку, удобрення і гумусованості ґрунту (на прикладі модельного дослідження). *Наук. вісн. НАУ*. 2005. Вип. 81. С. 15–21.

59. Козак М.В., Козак Н.І. Екологічні основи використання мінеральних добрив і проблеми агрохімічних досліджень в садівництві. *Збірник наукових робіт УААН: екологія та сільськогосподарське виробництво*. Київ, 1992. С.49–58.

60. Reganold J.P., Glover J.D., Andrews P.K., Hinman H.R. Sustainability of three apple production systems. *Nature*. 2001. Vol. 410(6831). P. 926–30.

61. D. Gasparatos, P.A. Roussos, E. Christofilopoulou, C. Haidouti. Comparative effects of organic and conventional apple orchard management on soil chemical properties and plant mineral content under Mediterranean climate conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2011. 11 (4). P. 105–117

62. Veberic R., Trobec M., Herbinger K., Hofer M., Grill D., Stampar F.: Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2005. 85. P. 1687–1694.

63. Mikulic Petkovsek M., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. The influence of organic/integrated production on the content of phenolic compounds in apple leaves and fruits in four different varieties over a 2-year period. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2010. 90. P. 2366–2378.

64. Awad M.A., De Jager A. Relationships between fruit nutrients and concentrations of flavonoids and chlorogenic acid in Elstar apple skin. *Scientia Horticulturae*, 2002. 92. P. 265–276.

65. 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

66. Копытко П.Г. Влияние органических и минеральных удобрений на плодородие почвы и продуктивность яблони. *Агрехимия*. №12. 1984. С. 59–65.

67. Яковенко Р.В. Продуктивність яблуні у повторній культурі за тривалого

удобрення в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.07 . Умань. 2008. 20 с.

68. Попова В.П. Агроэкологические основы формирования продуктивных садовых экосистем. 06.01.07. Автореферат дис. д. с.-х. наук. – Краснодар. 2004. 35 с.

69. Балаєв А.Д., Козак В.М. Вплив сидератів на відтворення родючості ґрунту в насадженнях яблуні. *Вісник аграрної науки*. Вип. 1. 2009. С.21–25.

70. Копитко П.Г. Особливості застосування сидератів у плодкових насадженнях. *Вісник Уманського НУС*. 2016. №1. С. 37–41.

71. Жмуденко В.М. Продуктивність яблуні залежно від систем утримання ґрунту та удобрення в насадженнях Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.01.07. Умань. 2014. 24 с.

72. Бутило А.П. Динаміка вмісту гумусу в ґрунті садового агрофітоценозу за різних систем утримання. *Вісник Уманської ДАА*. 2001 №1–2. С. 10–12.

73. Козак Н.В. Изменение агрохимических свойств темно-серой легкосуглинистой почвы под влиянием длительного применения минеральных удобрений в яблоневом саду. *Агрохимия*. 1995. № 12. С. 22–31.

74. Luvisol P., Šařec, Novák P. Influence of manure and activators of organic matter biological transformation on selected soil physical properties of Modal. *Agronomy Research*, 2017. 15(2). P. 565–575.

75. Копитко П.Г. Збереження родючості ґрунту в інтенсивних плодкових насадженнях. *Вісник аграрної науки*. 1999. Спец. випуск. С. 10–16.

76. Середа 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.

77. Геркіял О.М., Копитко П.Г., Господаренко Г.М. Збереження ґрунту і відтворення його родючості в правобережному Лісостепу. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків. 2002. К. 1. С. 82–92.

78. Ильчишина Н.Г. Влияние удобрений на рост и плодоношение яблони. *Труды Млиев. опыт. ст. садоводства*. К. 1948. Вып. 50. С. 30–37.

79. Peck G.M., Andrews P.K., Reganold J.P., Fellman J.K. Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management. *HortScience*. 2006. 41. P. 99–107.

80. Красноштан А.О. Продуктивність яблуні залежно від підщепи та удобрення ґрунту в умовах Лісостепу України: Автореф. дис... д-ра с.-г. наук. – К., 1997. 46 с.

81. Попова Н.Е. Влияние удобрений на рост и урожайность яблони. *Садоводство*. К.: Урожай, 1964. Вып. 1. С. 38–42.

82. Попова Н.Е., Копитко П.Г. Результаты 30-річних досліджень з удобренням яблуні. *Зб. наук. пр. УСГІ*. К.: Урожай. 1967. С.102–109.

83. Kai T., Adhikari D. Effect of Organic and Chemical Fertilizer Application on Apple Nutrient Content and Orchard Soil Condition. *Agriculture*. 2021. 11. 340. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040340>

84. Копытко П.Г., Геркиял З.В. Содержание гумуса и азота в темно-серой лесной почве под садом при многолетнем удобрении. *Почвоведение*. 1983. №12. С. 64–72.

85. Сенин В.И. Удобрение яблони на юге Украины. Днепропетровск: Проминь, 1975. 152 с.

86. Кондратьев К.Н. Экологические ресурсы продуктивности яблони в Поволжье. Монография. Саратов. 1991. 168 с.

87. Канивец И.И. Роль почвы и удобрений в повышении урожайности и долговечности плодовых растений. *Сборник науч. Тр.: Почвенные условия, удобрение и урожайность плодовых и ягодных культур*. Киев. 1970. С. 15–28.

88. Карпенчук Г.К. Определение потребности яблони в удобрениях. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1978. №7. С. 21–25.

89. Сардарова Г.Г. Удобрение плодовых культур в Азербайджане. Баку. 1970. 264 с.

90. Peng Xing-xing, Guo Zheng, Zhang Yu-jiao, LI Jun. Quantitative simulation of the effect of long-term organic manure and chemical fertilizer application on water productivity and soil organic carbon contents of apple orchards in Weibei Highland.

Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2018. 24(1). P. 33–43. doi: 10.11674/zwyf.17045. Режим доступу: <http://www.plantnutrifert.org>.

91. Малюк Т.В., Пчолкіна Н.Г. Вплив тривалого вирощування плодкових насаджень на гумусовий стан ґрунтів півдня України. *Садівництво*. 2012. Вип. 66. С. 155–161.

92. Павленко В.Ф. Удобрение садов – существенный прием регулирования направленности микробиологических процессов в почвах. *Микробиол. процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур: Материалы к респуб. конф.* Вильнюс. 1978. С. 255–257.

93. Копитко П.Г. Яковенко Р.В., Петришина І.П. Поповнення органічними речовинами і гумусованість ґрунту в яблуневих садах за різного удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2021. № 99. Ч. 1. С. 81-94. DOI 10.31395/2415-8240-2021-99-1-81-94

94. Красноштан А.О., Манзій В.В. Теоретичні аспекти мінерального живлення і удобрення плодкових рослин. *Вісник Уманського ДАУ*. К.: Нічлава, 2003. №1–2. С. 55–61.

95. Малюк Т.В., Пчолкіна Н. Г. Екологічні проблеми зрошуваних садів на півдні України. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2013. Вип. 79. С. 21–23.

96. Бабунашвили В.В. Некоторые особенности влияния минеральных удобрений на почвенные условия, рост и плодоношение яблони в прикубанской зоне Краснодарского края: Автореф. дис...канд. с. – х. наук. Москва, 1972. 23 с.

97. Paulo Roberto Ernani, Douglas Antônio Rogeri, Marcelo Machado Proença, Jaques Dias. Addition of nitrogen had no effect on yield and quality of apples in an high density orchard carrying a dwarf rootstock. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal*. v. 30, n. 4. p. 2008. 1113–1118.

98. Neilsen G.H., Neilsen D., Herbert L.C., Hogue E.J. Response of apple to fertigation of N and K under conditions susceptible to the development of K deficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2004. Vol 129 (1). P. 26–31.

99. Рябцева Т.В. Применение в саду яблони биологических и минеральных удобрений при разных системах содержания междурядий. *Плодоводство*. Т. 16.

2004. С. 119–126.

100. Peng Xing-xing, Guo Zheng, Zhang Yu-jiao, LI Jun. Quantitative simulation of the effect of long-term organic manure and chemical fertilizer application on water productivity and soil organic carbon contents of apple orchards in Weibei Highland. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*. 2018. 24(1). P. 33–43. doi: 10.11674/zwyf.17045

101. Пагач Т. Раціональний догляд – запорука стабільного плодоношення. *Новини садівництва*. 2004. №3. С. 19–21.

102. Kuzin A.I., Trunov Yu.V., Solovyev A.V. Effect of fertigation on yield and fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh.) in high-density orchards on chernozems in Central Russia. *Acta Hortic. VIII International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops Eds*. 2018. Vol. 1217. P. 343–350. DOI 10.17660/ActaHortic.2018.1217.43 <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/6314856>

103. Копитко П.Г., Геркіял З.В. Гумусованість ґрунту і продуктивність яблуні залежно від удобрення. *Вісник с.-г. науки*. 1988. № 2. С. 64–66.

104. Кондратьев К.Н. Экологические ресурсы и продуктивность яблони в Поволжье: Автореф. дис...д-ра с. – х. наук. Мичуринск. 1990. 30 с.

105. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. К.: Начлава, 2002. 344 с.

106. Романенко М.Д. Длительное применение удобрений и биологическая активность почвы в садах. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1980. №6. С. 20–21.

107. Цырта В.С. Продуктивность насаждений яблони в Центральной Лесостепи Украины в зависимости от условий питания деревьев: Автореф. дис... канд. с – х. наук. Кишинев, 1989. 24 с.

108. Зубенко В.Ф., Якименко В.М., Петрова О.Т, Черепанова В.П. Влияние приемов агротехники на количество органических остатков сельскохозяйственных культур. *Вестник с. – х. науки*. 1981. № 1. С. 6–10.

109. Cooke S. W. Long – term fertilizer experiment in England. *Annual, Agronomique*. 1976. № 5–6. P. 503–536.

110. Манзій В.В. Продуктивність яблуні залежно від рівнів удобрення в Правобережному Лісостепу України: Автореф. дис.... канд. с.-г. наук. Умань, 2000. 17 с.

111. Просяников Е.В. Содержание гумуса и азота в почвах длительных опытов с плодовыми культурами. *Почвоведение*. 1976. № 10. С. 78–87.

112. Ульянич Е.И. Влияние норм и соотношений удобрений на урожай и качество плодов яблони в Полесье УССР. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Ленинград–Пушкин, 1988. 16 с.

113. Цырта В.С. Изменение питательного режима почвы и продуктивность яблони в интенсивном саду под влиянием минеральных удобрений. *Сб. науч. тр. УСХА*. 1992. С. 49–60.

114. 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.

115. Гродзинський А.М. *Основи хімічної взаємодії рослин*. Київ: Наук. думка, 1973. 206 с.

116. 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. 28(7). P. 2247–2253. doi: 10.13287/j.1001-9332.201707.001.

117. Zrównoważone nawożenie roślin ogrodniczych / Opracowanie zbiorowe pod redakcją Dr. hab. P. Wójcika. Skierniewice 2014. 64 s.

118. Красноштан А.О. Мінеральні добрива в сучасному садовому біоценозі – реальність і проблеми. *Зб. наук. пр. УСГА*. 1997. С. 23-25.

119. 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. S. 83–84.

120. Карпенчук Г.К., Мельник О.В., Заморський В.В. Технологія виробництва плодів зерняткових культур. *Новини садівництва. Спец. випуск*. 1993. 170 с.

121. Куян В.Г. Плодівництво. Житомир: ЖНАУ, 2009. 480 с.

122. Лебедев В.М. Минеральное питание и биологическая продуктивность яблони: Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. Мичуринск, 1985. 49 с.
123. Трунов Ю.В. Минеральное питание и урожайность яблони на слаборослых клоновых подвоях. Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2003. 188 с.
124. Трунов Ю.В. Минеральное питание клоновых подвоев и саженцев яблони. Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2004. 175 с.
125. Трунов Ю.В. Агроекологические основы почвенного питания плодовых и ягодных растений. *Сб. науч. трудов МичГАУ*. Воронеж. 2005. 41–49.
126. Piotr Grel. 8 Konferencja Nawożeniowa. 17 marca 2017. Режим доступа: <https://www.sad24.pl/nawozenie/8-konferencja-nawozeniowa/>
127. 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. 755–60.
128. Liu H J, Ju X T, Tong Y A. The status and problems of fertilization of main fruit trees in Shaanxi Province. *Agricultural Research in the Arid Area*. 2002. Vol. 20. P. 38–40.
129. Ju X T, Liu X 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*. 2004. 33. P. 300–305
130. Fan J, Hu B. Effects of apple orchard development on ecological environment in the Loess Plateau. *Chinese Agricultural Science Bulletin*. 2005. Vol. 21. P. 355–359.
131. 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*. 2010. Vol. 16. P. 1170–1175.
132. 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*. 2011. Vol. 151. P. 437–448.
133. Gao Y M, Tong Y A, Lu Y L, Ma H Y. Effect of long-term application of nitrogen, phosphorus and potassium on apple yield and soil nutrient accumulation and distribution in orchard soil of Loess Plateau. *Journal of Fruit Science*. 2012. Vol. 29. P.

322–327.

134. Huang M B, Yang X M, Li Y S. Effect of apple base on regional water cycle in Weibei upland of the Loess Plateau. *Journal of Geographical Sciences*. 2001. Vol. 56. P. 12–22

135. Centenoa A., Garcíab J.M., Gómez-del-Campo M. Effects of nitrogen fertilization and nitrification inhibitor product on vegetative growth, production and oil quality in Arbequina hedgerow and Picual vase-trained orchards. *Grasas Aceites*. 2017. 68 (4). P. 1–13. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.0441171>

136. Liu H J, Ju X T, Tong Y A. The status and problems of fertilization of main fruit trees in Shaanxi Province. *Agricultural Research in the Arid Area*. 2002. vol. 20. P. 38–40.

137. 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.

138. 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*. 2014. vol. 106. P. 191–198.

139. 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.

140. Faby R., Naumann W.D . Die Bedeutung der Herbizidstreifen für die N-Versorgung von Apfelbäumen. *Gartenbauwissenschaft*. 1986. 51 (5): 197-207.

141. Постникова А.В., Хавкин Э.Е., Корчагина Ю.И. Современное состояние и перспективы практической диагностики азотного режима почв и питания растений. *Агрoхимия*. 1983. № 2. С. 114–125.

142. Dierend W., Spethmann W. Influence of N-fertilization on the droughts of apple rootstocks and one year apple trees. *Erwerbsobstbau*. 1996. vol. 38 (3). P. 90–93.

143. D. Wrona. Efekty of foliar and soil nitrogen fertilization in autumn on growth and cropping of Jonagored apple trees. *Совершенствование сортимента плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда в современных условиях*

хозяйствования. *Материали міжнародної научно-практичної конференції. Самохваловичи. 2007. С. 111–115.*

144. Карпенчук Г.К., Копитко П.Г., Бондаренко А.О. та ін. Удобрення садів. К.: Урожай. 1991. 248 с.

145. Scharpf H.C., Wehrmann J.. Beurteilung der Stickstoffversorgung von Obstlagen mit Hilfe der Bodenanalyse auf Mineralstickstoff (NminMethode). *Erwerbsobstbau. 1979. 21 (4). S. 66–69.*

146. Пермякова С.Ю., Копитко П.Г., Мельник О.В., Цирта В.С. Продуктивність яблуні сорту Джонаголд Вілмута залежно від систем утримання ґрунту та удобрення інтенсивного саду. *Зб. наук. пр. УДАА: присвячений 100-річчю з дня народження С.С. Рубіна. 2000. С. 298–303.*

147. Engel G. Einfluß von Bodenpflege und N-Versorgung auf Fruchtqualität bei Äpfeln. *Erwerbsobstbau. 1985. 27. S. 246–248.*

148. Komosa A. Changes in some chemical properties of the soil under grass sward and herbicide strips in apple orchards. *Acta Hort. 1990. 274: 223–230*

149. Kozanecka T. Zawartość mineralnych form N-NH₄ i N-NO₃ w glebie sadu jabłoniowego. *Roczn. Glebozn. 1995. 46(1-2). P. 105–117.*

150. Bielińska E.J., Domżał H. Dynamika różnych form azotu w glebie użytkowanej sadowniczo. *Roczn. Glebozn. 1998. 49. P. 31–39.*

151. Wrona D., Sadowski A.. Efekty nawożenia jabłoni azotem w pierwszych czterech latach po posadzeniu. *I Ogólnopol: Symp. mineralnego odżywiania roślin sadowniczych. Skierniewice. 1–2 December 1998. pp. 113–127.*

152. Jadczyk E. Transport of mineral elements from grassed alleyways to herbicide strips as a result of grass mowing. *Acta Hort. 1990. Vol. 274. P. 201–205.*

153. Neilsen, G., Yorston J. Soil disinfection and monoammonium phosphate fertilization increase precocity of apples on replant problem soils. *Amer. Soc. Hort. Sci. 1991. Vol. 116. No. 4. P.651–654.*

154. Neilsen, G., Hogue E., Parchomchuk P. Flowering of apple trees in the second year is increased by first-year p fertilization. *Hort Science. 1990. Vol. 25. No 10. P. 1247–1250.*

155. Копытко П. Г., Рубин С. С., Прасол В. И. Обеспеченность яблони подвижными формами элементов питания в почве. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1979. № 10. С. 21–24.

156. Ястреб Г.В. Влияние сорокалетнего внесения удобрений на содержание фосфорных соединений в почве сада и растениях яблони: Автореф. дис...канд. с. – х. наук. Симферополь. 1972. 25 с.

157. Benson N.R., Covey R.P. Phosphorus nutrition of young ‘Golden Delicious’ apple trees growing in gravel culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1979. Vol. 104. No. 5. P. 682–685.

158. 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.

159. Зеленская Е.Д., Шепельская А.Г. Основы питания и удобрения плодовых деревьев. Киев: Урожай. 1973. 284 с.

160. Тарасов В. М. Розеточность и усыхание побегов яблони как следствие нарушения питания цинком и медью, меры борьбы с ними: Автореф. дис.... д-ра с.- х. наук. Москва: ТСХА. 38 с.

161. Наумов В. Д., Тарасов В. М., Наумова Л. М. Почвенные условия и розеточность яблони. *Садоводство и виноградарство Молдавии*. 1985. № 1. С. 41–43.

162. Рогачев М. А. Сроки внесения аммиачной селитры и эффективность некорневых подкормок в интенсивном саду яблони. Автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. 06.01.07. – плодоводство, виноградарство. Мичуринск. 2008. 22 с.

163. Карпенчук Г.К., Рубин С.С., Копытко П.Г., Бондаренко А.О. Удобрения садов. Київ: Урожай, 1984. 160 с.

164. Мельник О.В. Удобрения азотом. *Новини садівництва*. №4. 2007. С. 12.

165. Кузин А.И. Распределение доступного фосфора в корнеобитаемом слое почвы под влиянием капельного орошения и фертигации в интенсивном яблоневоом саду. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. № 34 (04), 2015.

<http://journal.kubansad.ru/pdf/15/04/05.pdf>.

166. Wójcik P. Zrównoważone nawożenie roślin ogrodniczych. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice. 2014. P. 4-19.

167. 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 end Biol Eng Open Access*. 2014. Vol. 7 №.2. S. 45–51.

168. Попова В.П., Сергеева Н.Н., Пестова Н.Г. Сохранение плодородия почвы и оптимизация питания садовых ценозов. *Садоводство и виноградарство*. 2006. №4. С. 11–12.

169. Ковда В.А. Почвоведение накануне XXI века (мысли после XII Конгресса почвоведов в Индии). *Почвоведение*. 1983. №1. С.5–11.

170. Wang Q., Liu J., Cheng S. Heavy metals in apple orchard soils and fruits and their health risks in Liaodong Peninsula, Northeast China. *Environ Monit Assess* . 2015. 187. 4178. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4178-7>

171. Теренько Г.М. Влияние антропогенных факторов на состояние выщелоченных черноземов в саду. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1982. №8. С. 52–53.

172. Копытко П. Г. Некоторые особенности питательного режима почвогрунта при интенсивном применении средств химизации в садах. *Минеральное питание и продуктивность плодовых растений: сб. науч. тр. УСХИ*. К. 1992. С. 4–20.

173. Кашин В.И. Научные основы адаптивного садоводства. М.: Колос, 1995. 335 с.

174. Драгавцева И.А. Разработка сбалансированной агроэкологической системы управления продуктивностью плодовых культур. *Садівництво*. Вип. 57. 2005. С. 168–171.

175. Заморський В.В. Агробіологічне обґрунтування конструкцій насаджень яблуні в Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.07–плодівництво. Умань. 2012. 32 с.

176. Кондратенко П. В. Адаптація яблуні в Україні. К. 2001. 190 с.
177. Омельченко І. К. Культура яблуні в Україні. К.: Урожай, 2006. 264 с.
178. Принципи функціонування агроєкосистеми плодового саду . Режим доступу: <https://www.activestudy.info/principy-funkcionirovaniya-agroekosistemy-plodovogo-sada/>
179. Басти Е.Г. Садооборот. *Садоводство*. №9. 1983. С. 18–19.
180. Шувар І. Недотримання сівозмін породжує ґрунтовтому. *Агробізнес сьогодні*. 2014. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua>
- Седов Е.Н., Муравьев А.А., Серова З.М. Почвоутомление в плодовом саду. *Садоводство и виноградарство*. №2. 1997. С. 4–5.
181. Mazzola M., Mullinix K. Comparative field efficacy of management strategies containing Brassica napus seed meal or green manure for the control of apple replant disease. *Plant Disease*. 2005. Vol. 89. P. 1207–1213. <https://doi.org/10.1094/PD-89-1207>
182. Szczygieł, A., Zepp, A.L. An occurrence and importance of apple replant disease in Polish orchard. *Acta Hort*. 1998. Vol. 477. P. 99–101.
183. Яковенко Р.В. Ґрунтовтома в насадженнях яблуні. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2015. С. 129.
184. Копытко П.Г. Почвенно-агрохимические основы удобрения плодовых культур (на примере насаждений яблони в УССР): дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.01.04 – агрохімія. М. 1986. 703 с.
185. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М. 1981. 264 с.
186. Гром М.М. Лісова таксація. Львів: НЛТУ, 2007. 416 с.
187. Метлицкий З. А., Метлицкая О.З. Яблоня. М.: Колос, 2008. 243 с.
188. Kai T.; Kubo M. Chemical and biological properties of apple orchard soils under natural, organic, hybrid, and conventional farming methods. *J. Agric. Chem. Environ*. 2020. V. 9. P. 134–146. DOI: 10.4236/jascen.2020.93012
189. Бабинцева Н.О., Лисанюк В.Г. Ріст і продуктивність дерев груші (PIRUS COMMUNIS L.) в різних типах насаджень на слаборослій підщепі. *Садівництво*.

Вип. 68. 2014. С. 166-171.

190. Кондаков А.К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур. 2-е изд. Мичуринск: ООО «БИС». 2007. 328 с.

191. Кондаков А.К., Трунов Ю.В., Грезнев О.А., Сироткина О.А., Трунов А.А. Современная система минерального питания и удобрения плодовых и ягодных растений. *Достижение науки и техники АПК*. №2. 2009. С. 22-23.

192. Wooldridge J. Effects of early season and autumn nitrogen applications on young “Keisie” canning peach trees on a sandy, infertile soil. *Plant and Soil*. 2006. 23 (3). Режим доступа: <http://www.wooldridgej.arc.agric.za>.

193. Ахтырцев Б. П. Изменение обыкновенного чернозема под воздействием 80-летнего дубового насаждения. *Почвоведение*. 1993. № 6. С. 50–58.

194. Ремезов Н.П., Погребняк П.С. Лесное почвоведение. М. 1965. 324 с.

195. Костенко І. В. Вплив штучних лісових насаджень на властивості гірсько-лучних чорноземовидних ґрунтів ай-петринської яйли. *Ґрунтознавство*. 2010. Т. 11. № 3–4. С. 46–54.

196. Адерихин П.Г., Богатырева З.С. Воздействие защитных лесных насаждений на содержание и состав органического вещества обыкновенных черноземов Каменной степи. *Почвоведение*. 1974. №5. С. 43–53.

197. Келеберда Т. Н. Преобразующее воздействие лесных насаждений в зоне ризосферы на обыкновенных черноземах Приазовья. *Почвоведение*. 1973. № 1. С. 118–125.

198. Герцык В.В., Роде А.А. Элименты баланса влаги в целинных чорноземах в некосимой степи и дубовом лесу. *Почвоведение*. 1978. № 7. С. 77–86.

199. Крикунов В. Г. Ґрунти та їх родючість. К. : Вища школа. 1993. 287 с.

200. Господарская Н.Д., Ерусалимский В.И. Почвообразующее влияние широких лесополос в сухой степи. *Почвоведение*. 1980. №11. С. 109-116.

201. Наговелов С.Ф. Методы оценки садопригодности почв при выборе участков под плодовые насаждения (на примери яблони в условиях Серевного Кавказа и Нижнего Дона). Автореф. дис. ...докт. с.-х. наук. Краснодар. 1972. 39 с.

202. Бульботко Г.В. Подбор почв для интенсивных садов в Черновицкой

області. *Садоводство*. Київ. 1971. Вип. 15. С. 61–64.

203. Романенко М.Д. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы в садах. Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. Кишинев. 1966. 22 с.

204. Романщак С.П. Результаты исследований роста и урожайности разных сортов яблони в зависимости от почв юго-западной Лесостепи УССР. *Почвенные условия, удобрение и урожайность плодовых и ягодных культур*. Киев. 1970. С. 146–151.

205. Язвицкий М.Н. Удобрение сада. М. 1972. 254 с.

206. Васкан Г.К. Системы содержания почвы в садах. Кишинев. 1970. 362 с.

207. Лехова Е. Минеральное питание и удобрение древесных плодовых растений в НР Болгария. 1983. 83 с.

208. Андриюк Е.В., Валагурова Е.В. Основы экологии почвенных микроорганизмов. К., 1992. 222 с.

209. Мельник О.В. Інтенсивний сад: Закладання і догляд. *Новини садівництва*. 2017. №4. С. 7-10.

210. Закон України «Про охорону земель» від 19 червня 2003 року № 962-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 39. Ст. 349. Дата оновлення: 18 грудня 2017 року. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15> .

211. Caputo F., Nicoletti F., De Luca Picione F., Manici L.M. Rhizospheric changes of fungal and bacterial communities in relation to soil health of multi-generation apple orchards. *Biol. Control*. 2015. Vol. 88. P. 8–17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.04.019>.

212. Яковенко Р.В. Ґрунтовтома та заходи її послаблення в насадженнях яблуні. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №2. С. .

213. Lü, L.H., Srivastava, A.K., hen, Y.L., Wu, Q.S. A negative feedback regulation of replanted soil microorganisms on plant growth and soil properties of peach. *Not. Bot. Horti Agrobot*. 2019. Vol. 47. 255–261.

214. Lü, L.H.; Wu, Q.S. Mitigation of replant disease by mycorrhization in horticultural plants: a review. *FoliaHortic*. 2018. Vol. 30. 269–282.

215. Replant disease. *EFM*. 2013. N 4. P. 80.

216. Gniazdowska A., Bogatek R. Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemscals. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2005. Vol. 27. P. 395–407.
217. Яковенко Р.В., Мельник О.В. Проти ґрунтовтоми. *Новини садівництва*. 2014. №1. С 19–20.
218. Яковенко Р.В., Мельник О.В. Органічна дезінфекція ґрунту. *Новини садівництва*. 2015. №3. С 33–34.
219. Мельник О.В. Яковенко Р.В. Альтернатива хімічній дезінфекції ґрунту. *Новини садівництва*. №2. 2017. С. 13-15.
220. Leinfelder M. M, Merwin I. A. Rootstock selection, preplant soil treatments, and tree planting positions as factors in managing apple replant disease. *Hortscience*. 2006. Vol. 41. P. 394–401.
221. Бутило А.П. Продуктивність яблуні при повторній культурі за парової і дерново-перегнійної систем утримання ґрунту в міжряддях саду. *Зб. наук. пр. УДАА*. 2001. № 53. С.152–155.
222. Красноштан А.О., Манзій В.В. Ефективність мінеральних добрив при повторному використанні ґрунту під яблунею. *Зб. наук. пр. УСГА (на честь 150 річчя)*. 1999. С. 253–255.
223. Седов Е.Н. Экологизация в садах яблони и груши. *Аграрная наука*. 2005. №9. С.18-20.
224. Yao, S., Merwin, I.A., Abawi, G.S. & Thies, J.E. Soil fumigation and compost amendment alter soil microbial community composition but do not improve tree growth or yield in an apple replant site. *Soil Biol. Biochem*. 2006. Vol. 38. P. 587–599.
225. Hudska G.B. Conclusions from research on replant problems with apple trees and possibilities of its control. *Acta Hort*. 1988. Vol. 233. P. 21–24.
226. Rumberger A., Merwin I.A., Thies, J.E.. Microbial community development in the rhizosphere of apple trees at a replant disease site. *Soil Biol. Biochem*. 2007. 39. P. 1645–1654.
227. Utkhede, R.S., Smith E.M. Biotic and abiotic causes of replantproblems of fruit trees. *Acta Hort*. 1994. Vol. 363. P. 25–31

228. Rutkowski, K., Pacholak, E. & Sawicka, A.. Evaluation of the microbiological state of the soil under varied conditions of fertilization and irrigation in a replanted orchard. *Part I. Number of bacteria. Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Les.* 2000. Vol. 89. P. 175–183.

229. Otto G., Winkler, H.. Colonization of rootlets of apple seedlings from replant soils by actinomycetes and endotrophic mycorrhiza. *Acta Hort.* 1993. Vol. 324. P. 53–59.

230. Otto, G., Winkler, H., Szabo K. Proof of actinomycetes in rootlets of Rosaceae from SARD soil – a contribution to the specificity of replant disease. *Acta Hort.* 1994. Vol. 363. P. 43–48.

231. Otto, G., Winkler, H. & Szabo, K.. Influence of growth regulators on the infection of rootlets of apple seedlings in SARD soils by Actinomycetes. *Acta Hort.* 1994. Vol. 363. P. 101–107.

232. Rutkowski K., Pacholak E., Sawicka A. Evaluation of the microbiological state of the soil under varied conditions of fertilization and irrigation in a replanted orchard. *Part II. Number of fungi and actinomycetes. Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Les.* 2000. Vol. 89. P. 185–192.

233. Benizri E., Piutti S., Verger S., Pages L., Vercambre G., Poessel, J.L., Michelot, P. Replant disease: Bacterial community structure and diversity in peach rhizosphere as determined by metabolic and genetic finger printing. *Soil Biol. Biochem.* 2005. 37. Vol. P. 1738–1746.

234. Берестецкий О.А. Токсикоз почв под многолетними плодовыми насаждениями. *Почвоведение.* № 7. 1971. С. 56–64.

235. Берестецкий О.А., Мороз П.А. Влияние некоторых факторов на содержание флоризина в корнях и листьях яблони в связи с почвоутомлением. *Агрoхимия.* 1968. №6. С. 66–69.

236. Sadownictwo w Wielkopolsce / Praca zbiorowa pod redakcsa prof. dr. hab. Tadeusza Holubowicza. Poznan, 1987. P. 353–378.

237. Sobiczewski P., Treder W., Bryk H., Klamkowski K., Krzewińska D., Mikiciński A., Berczyński S., Tryngiel-Gać A. The impact of phytosanitary treatments in the soil with signs of fatigue on the growth of apple seedlings and populations of

bacteria and fungi. *Polish Journal of Agronomy*. 2018. № 34. P. 11–22. DOI 10.26114/pja.iung.361.2018.34.02

238. Гаврилов С.О. Коли ґрунт втомився. *AgroTimes: Агрономія*. 2019. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/article/koly-grunt-vtomyvsya/>

239. Hoestra, H. Ecology and pathology of replant problems. *Acta Hort*. 1994. Vol. 365. P. 1–10.

240. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление Київ: Наукова думка. 1991. 294 с.

241. Гродзинский А.М., Юрчак Л.Д., Головко Э.А., Панчук М.А., Шроль Т.С. Сравнительная оценка методов изучения аллелопатического почвоутомления. *Фитотоксические свойства почвенных микроорганизмов*. Ленинград. 1978. С. 53–64.

242. Szczygieł, A. Soil fatigue in orchard. *Part I. Owoce Warzywa Kwiaty*. 2003. Vol. 13. 16–17.

243. Яковенко Р.В., Копитко П.Г. Врожайність насаджень яблуні та зміни агрофізичних властивостей і біологічної активності ґрунту за довготривалого удобрення. *Зб. наук. пр. УДАУ*. Умань, 2007. № 64. С. 101–108.

244. Barabasz, W. & Vorisek K.. Biodiversity of microorganisms in soil environments. *In Activity of microorganisms in different environments*. Krakow. 2002. P. 23–34.

245. Zydlik, Z., Pacholak, E.. Effect of fertilization and irrigation on soil microorganisms in a replanted apple orchard. *Part III. Numbers of fungi and actinomycetes. Prace Kom. Nauk Rol. Leś*. 2004. Vol. 97. P. 317–324.

246. Styla K., Sawicka A. Microbiological activity of soil against the background of differentiated irrigation and fertilization in apple (*Malus domestica*) orchard after replantation. *Agronomy Research*. 2010. Vol. 8(1). P. 827–836,

247. Седов Е.Н., Муравьев А.А., Серова З.М. Почвоутомление в плодовом саду. *Садоводство и виноградарство*. 1997. №2. С.4–5.

248. Гродзинский А.М., Богдан Г.П., Головко Э.А. и др. Аллелопатическое почвоутомление К.: Наук. Думка, 1979. 248 с.

249. Томсон Л.М., Трой Ф.Р. Почвы и их плодородие: Пер. с англ. М.: Колос,

1982. 462 с.

250. Хайниш Э., Паукке Х., Нагель Г. и др. Агрехимикаты в окружающей среде: Пер. с нем. М.: Колос, 1979. 357 с.

251. Андрієнко М.В., Козак М.В., Асадулаєв М.М. Ґрунти і сади. *Сад*. 1994. №8. С. 27.

252. Gerard Poldervaart, Marcel Wenneker. Are there alternatives to chemical soil fumigation? *EFM*. 2010. № 11. P. 14–17.

253. New method of organic soil disinfection. *EFM*. 2014. № 6. P. 14.

254. Vliegen-Verschure A. Fumigation using mustard seed meal instead of mustard. *EFM*. 2013. № 2. P. 6–7.

255. Mechanical soil replacement. *EFM*. 2013. № 1. P. 30.

256. Wei-Qin Gao, Li-Hui L1, A. K. Srivastava, Qiang-Sheng Wu, Kamil Kuca. Effects of Mycorrhizae on Physiological Responses and Relevant Gene Expression of Peach Affected by Replant Disease. *Agronomy*. 2020. 10. (2) 186. doi:10.3390/agronomy10020186

257. Zhang, Z.Z.; Wu, Q.S.; Li, G.H. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and rhizospheric soil structure of *Prunus persica*. *South. Chin. Fruits*. 2014. Vol. 43 P. 14–17.

258. Zhang, Z.Z.; Srivastava, A.K.; Wu, Q.S.; Li, G.H. Growth performance and rhizospheric traits of peach (*Prunus persica*) in response to mycorrhization on replant versus non-replant soil. *Indian J. Agric. Sci*. 2015. Vol. 85. P. 125–130

259. Guo, X.W.; Li, K.; Guo, Y.S.; Zhang, L.H.; Sun, Y.N.; Xie, H.G. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) strains on growth and root exudation characteristics of grapevine. *J. Shenyang Agric. Univ*. 2009. Vol. 40. P. 392–395.

260. Qi, G.H.; Chen, G.L.; Lv, G.Y.; Nie, L.C.; Ding, P.H. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the yield and quality of strawberry grown in replanted soil. *J. Fruit Sci*. 2001. Vol. 18. P. 341–344.

261. Gastol M., Domagala-Swiatkiewicz I. Mycorrhizal inoculation of apple in replant soils-Enhanced tree growth and mineral nutrient status. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 2015. Vol. 14. P. 17–37.

262. Henfrey J., Baab G. Specific replant disease in apple. *EFM*. 2013. № 3. P. 18–21.
263. Wiedmer R., Thalheimer M. Replant disease in South Tyrolean fruit growing. *EFM*. 2013. № 4. P. 15–16.
264. Pacholak E., Rutkowski K., Zydlik Z., Zachwieja M. 2006. Effect of soil fatigue prevention methods on microbiological soil status in replanted apple tree orchard. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 2006. № 9 (4). Режим доступу: <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue4/art-54.html>
265. Kanfra X., Liu B., Beerhues L., Sorensen S., Heuer H. Free-Living Nematodes Together With Associated Microbes Play an Essential Role in Apple Replant Disease. *Front. Plant Sci*. 2018. Vol. 16. doi.org/10.3389/fpls.2018.01666
266. Utkhede R. S., Vrain T. C., Yorston J. M. Effects of nematodes, fungi and bacteria on the growth of young apple trees grown in apple replant disease soil. *Plant Soil*. 1992. Vol. 139. P. 1–6. doi: 10.1007/BF00012835
267. Mazzola M. Elucidation of the microbial complex having a causal role in the development of apple replant disease in Washington. *Phytopathology*. 2007. Vol. 88. P. 930–938. doi:10.1094/PHYTO.1998.88.9.930
268. Hewavitharana S.S., Mazzola M. Carbon source-dependent effects of anaerobic soil disinfestation on soil microbiome and suppression of *Rhizoctonia solani* AG-5 and *Pratylenchus penetrans*. *Phytopathology*. 2016. Vol. 106. P. 1015–1028. doi: 10.1094/PHYTO-12-15-0329-R
269. Машковська С.П. Алелопатичні особливості інтродукованих видів *Tagetes* L. *Інтродукція рослин*. 2000. №1. С.56–59.
270. Машковська С.П. Алелопатичні та біохімічні особливості видів роду Чорнобривці (*Tagetes* l.). Автореф. дис...кандид. біологіч. наук. Київ. 2002. 18с.
271. Гродзинский А. М., Головко Э. А., Безменов А. Я. и др. Взаимодействие летучих выделений в замкнутой экосистеме. К.: Наук. думка, 1992. 128 с.
272. Varea J. M., Pozo M. J., Azcon R. Microbial cooperation in the rhizosphere. *J. Exp. Bot*. 2005. Vol. 56. P. 1761–1778.
273. Brencic A., Winans S. Detection and response to signals involved in host-

microbe interactions by plant-associated bacteria. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2005. Vol. 69. P. 155–194.

274. Довгалюк Н., Заименко Н., Павлюченко Н., Горб В. Проблемы многолетнего экспонирования *Syringa L.* в условиях монокультуры в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко НАН Украины. *Formation of Urban Green Areas.* 2016. Vol. 1. № 13. P. 84–89.

275. Курдиш І.К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів. *Сільськогосподарська мікробіологія: темат. наук. зб.* 2009. Вип. 9. С. 7–32.

276. Кудренко І. К., Левон В. Ф., Заіменко Н. В., Мороз П. А. Використання анальциму для зниження вмісту фенольних речовин у ґрунті під плодовими рослинами. *Інтродукція рослин.* 2011. № 3. С. 93–97.

277. Li Z.-H., Wang Q., Ruan X. et al. Phenolics and plant allelopathy. *Molekules.* 2010. Vol. 15. P. 8933–8952.

278. Мороз П.А. Аллелопатия в плодовых садах. К.: Наук. думка, 1990. 208 с.

279. Brinker A. M., Creasy L. L. Inhibitors as a possible basis for grape replant problem. *J. Amer. Soc. Hort. Science.* 1988. № 113. P. 304–309.

280. Westphal A., Browne G. T., Schneider S. Evidence for biological nature of the grape replant problem in California. *Plant and Soil.* 2002. Vol. 242. № 2. P. 197–199.

281. Передериева В.М. Власова О.И., Шутко А.П. Аллелопатические свойства сорных растений и их растительных остатков в процессе минерализации. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 3. С. 482–492.

282. Райс Э. Аллелопатия / пер. с англ. под ред. А.М. Гродзинского. М.: Мир, 1978. 392 с.

283. Perederieva V.M., Vlasova O.I. The influence predecessor and main processing of ground under winter wheat on optimization agrofitocenoza. *European journal of natural history.* № 3. 2006. С. 106–108.

284. Bais H., Vepachedu R., Callaway R. Allelopathy and exotic plants: from genes to invasion. *Science.* 2003. Vol. 301. P. 1377–1380.

285. Csiszar A. Allelopathic effect of invasive woody plant species in Hungary.

Acta Silv. Lign. Hung. 2009. P. 9–17.

286. Власова О.И., Вольтерс И.А., Трубачева Л.В. Выявление аллелопатических свойств сорных растений в условиях длительного стационарного опыта зоны достаточного увлажнения Ставропольского края. *Современные проблемы науки и образования.* 2012. № 5. С. 379.

287. Кондаков А.К. О проблемах удобрения и методики их исследования. Научные основы эффективного садоводства. *Труды ВНИИС им. И.В. Мичурина.* Воронеж: Кварта, 2006. С. 209–215.

288. Сергеева Н.Н. Захарова М.Е., Федоркова Н.П. Критерии оценки эффективности применения интегрированной системы удобрения в садовых агроценозах интенсивного типа. *Оптимизация технологико-экономических параметров структуры агроценозов и регламентов возделывания плодовых культур и винограда.* Краснодар. 2008. Т.1. С. 253–257.

289. Fura A. Podstawy nawozenia. *Sad.* 2009. 5. P. 58–59.

290. Куян В.Г. Проблема вирощування екологічно чистої продукції в інтенсивних садах яблуні. *Вісник ДААУ.* 1998. №1. С. 19–23.

291. Заморський В.В., Яковенко Р.В., Яковенко О.В. та ін. *Плодівництво.* Умань. 2019. 320 с.

292. Jarocinski B. Ocena zasobności gleb użytkowanych sadowniczo w niezbędne składniki mineralne. *Zeszyty naukowe instytutu sadownictwa i kwiaciarnictwa.* 2005. T. 13. P. 17-28.

293. Носко Б. С., Малюк Т. В. Агрехимические и агроэкологические особенности применения азотных удобрений на черноземе южном в интенсивных садах груши. *Агрехимия.* 2010. № 9. С. 50-59.

294. Wrona D. The influence of nitrogen fertilization on growth, yield and fruit size of ‘Jonagored’ apple trees. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus.* 2011. № 10(2). P. 3–10

295. Wrona D. Effect of nitrogen fertilization on growth, cropping and fruit quality of Sampion apple trees during 9 years after planting. *Folia Hort.* 2004. Vol. 16 (1). P. 55–60.

296. Ельников И.И. О разработке нормативов изменения агрохимических

свойств почв. *Бюл. Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2008. Вып. 61. С. 60–65.

297. Трунов Ю.В., Гришутина Т.Н., Филиппов А.Ю. и др. Методика расчета удобрений плодовых культур балансовым методом. *Повышение эффективности садоводства в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф.* Мичуринск. 2003. Т. 1. С. 237–243.

298. Малюк Т. В., Пчолкіна Н. Г. Особливості поглинання і виносу поживних речовин плодовими деревами залежно від умов мінерального живлення. *V Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених (Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур)*. Київ. 2016. С. 19–20.

299. Кузин А.И. Оптимизация системы удобрения яблони в интенсивных садах ЦЧР: автореф. дис. ... д. с-х. наук: 06.01.08. Мичуринск. 2018. 42 с.

300. Кондаков А. К. Новая технология удобрения садов с корректировкой доз элементов питания. *Сб. науч. тр.* Тамбов. 2001. Т. 1. С. 37–48.

301. Церлинг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1990. 236 с.

302. Bai J., Hua O., Wei D. Nitrogen mineralization processes of soils from natural salinealkalined wetlands, Xianghai National Nature Reserve (China). *Canadian J. Soil Sci.* 2005. V. 85 (3). P. 359-367. DOI: 10.4141/S04-016

303. Фридрих Г., Нойман Д., Фогль М. Физиология плодовых растений. М.: Колос, 1983. 416 с

304. Попова Л.В., Петренко С.О., Чуйко В.С. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на продуктивність і стійкість до хвороб груші в умовах степу північно-західного причорномор'я України. *Науковий вісник НЛТУ*. 2015. Вып. 25. С. 56–61.

305. Сергеева Н.Н. Эффективность применения органоминерального удобрения в саду. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2016. №57. С. 186–195.

306. Хамурзаев С.М., Борзаев Р.Б., Хусайнов Х.А. Рациональный способ использования удобрений в садах интенсивного типа. *Плодородие*. 2017. №1 (94). С. 23–25.

307. Wu F Q, Liu H B, Sun B S, Wang J, Gale W J.. Net primary production and nutrient cycling in an apple orchard -annual crop system in the Loess Plateau, China: A comparison of Qinguan apple, Fuji apple, corn and millet production subsystems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2008. Vol. 81. 95–105.
308. Peng F T, Jiang M Y, Gu M R, Shu H R. Advances in research on nitrogen nutrition of deciduous fruit crops. *Journal of Fruit Science*. 2003. Vol. 20. P. 54–58.
309. Mochecki J. Ustalenie dawek nawozowych w sadach i jagodnikach. Skierniewice. 1999. 87 p.
310. Neilsen D, Neilsen G H. Efficient use of nitrogen and water in high-density apple orchards. *Hort Technology*. 2002. Vol. 12. P. 19–25.
311. Wójcik P. Nawozy i nawożenie drzew owocowych. Warszawa. 2009. 252 p.
312. Neilsen G H, Neilsen D, Ferree D C, Warrington I J. Nutritional requirements of apple. In: Ferree D C, Warrington I J, eds., *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Publishing. Wallingford. Oxon. 2003. P. 267-302.
313. Malaguti D, Rombola A D, Gerin M, Simoni G, Tagliavini M, Marangoni B. Effect of seaweed extracts-based leaf sprays on the mineral status, yield and fruit quality of apple. *Acta Hort*. 2002. Vol. 594. P. 357–359. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.594.44
314. Weinbaum S A, Johnson R S, DeJong T M.. Causes and consequences of over fertilization in orchards. *Hort Technology*. 1992. Vol. 2. P. 112–121.
315. Ernani P R, Rogeri D A, Proença M M, Dias J.. Addition of nitrogen had no effect on yield and quality of apples in a high-density orchard carrying a dwarf rootstock. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2008. Vol. 30. P. 1113–1118.
316. Ernani P.R., Rogeri D.A., Proenca M.M., Dias, J. Addition of nitrogen had no effect on yield and quality of apples in a high density orchard carrying a dwarf rootstock. *Rev. Bras. Frutic.* 2008. Vol 30. P. 1113–1118. <http://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400044>
317. Минеев В. Г. Агрoхимия. М., Наука : 3-е изд., 2006. 720 с.
318. Мельник О.В. Потреба в азоті. *Новини садівництва*. 2002. №1. С. 27.
319. Малюк Т.М. Вплив системи внесення добрив на азотний режим ґрунту і продуктивність насаджень груші. *Наук. вісник НУБіП України*. 2009. №63. С. 116–122.

320. Салаш П., Кобелуш В. Возможности использования прогрессивных типов удобрений в современном садоводстве. *Садівництво*. 2015. №57. С. 351–355.
321. Мельник О.В. Інтенсивний сад. Закладання і догляд. *Новини садівництва*. 2017. №3. С. 4–8 с.
322. Кондратенко П.В., Бублик М.О., Шестопаль О.М. та ін. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві. Київ. 2006. 140 с.
323. 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*, Vol. 54. P. 77–82. DOI: 10.18805/IJARE.A-454
324. Яковенко Р.В., Копитко П.Г. Продуктивність молодих насаджень та якість плодів груші залежно від ґрунтового удобрення й позакореневого підживлення. *Вісник Уманського НУС*. Умань. 2016. № 1. С. 31–37.
325. Майдебуря В.И. Основы повышения продуктивности насаждений яблони и груши в Крыму. Автореферат дис. ... доктора с.-х. наук. Мичуринск. 1983. 44 с.
326. Чебан С.Д. Особливості росту і плодоношення яблуні на підщепі MM106 в Правобережному Лісостепу України залежно від норми та способів застосування азотних добрив: Автореф. дис. канд. с.-г. наук. Умань. 2005. 20 с.
327. Кондратенко Т.Є. Яблуня в Україні. Сорти. К.: Світ. 2001. 297 с.
328. Кондратенко Т.Є. Біохімічний склад і смакові якості плодів районованих сортів яблуні залежно від зони вирощування. *Садівництво*. 2002. Вип. 54. С.34–41.
329. Francini A., Sebastiani L.: Phenolic Compounds in Apple (*Malus x domestica* Borkh.): Compounds characterization and stability during postharvest and after processing. *Antioxidants*. 2013. Vol. 2. P. 181–193.
330. Matthes A., Schmitz-Eiberger M.: Polyphenol content and antioxidant capacity of apple fruit: effect of cultivar and storage conditions. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2012. Vol. 82. P. 152–157.

331. Причко Т.Г. Сорты с высоковитаминными плодами. *Садоводство и виноградарство*. 2001. №5. С. 21–23.
332. Скрылёв А.А. Некорневые подкормки растений груши как способ повышения их экологической устойчивости. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2010. №1. С. 28–31.
333. Скрылёв А.А. Влияние внекорневых подкормок на устойчивость растений груши к негативным погодным условиям. *Аграрный вестник Урала*. 2012. №3 (95). С. 40–41.
334. Можар Н.В. Улучшение сортимента груши на основе сохранения и мобилизации генетических ресурсов. *Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ*. 2013. Т.1. С. 97–100.
335. Иваненко Е.Н., Филимонов И.М. Влияние минеральных питательных веществ (NPK) на молодые плодовые насаждения в условиях аридной зоны. *Агрехимический вестник*. 2007. №6. С. 22-25.
336. Мельник О.В. Груша у Франції. *Новини садівництва*. 2008. №4. С 31.
337. Смелик Т.Л. Химический состав плодов груши, произрастающей на юге Краснодарского края. *Плодооводство и виноградарство юга России*. 2014. №28 (04). С. 1–10.
338. Labanowska-Bura D. Nojabrskaja – czy warto? *Sad*. 2012. №11. P. 16–19.
339. Sosna I. Wpływ dwóch klonów pigwy oraz dwóch sposobów prowadzenia drzew na wzrost i owocowanie kilku odmian gruszy. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwias*. 2000. № 8. P. 209–216.
340. Матвієнко М.В., Бабіна Р.Д., Кондратенко П.В. Груша в Україні. Київ. 2006. 320 с.
341. Van Arkel P. Nawożenie jabłoni i gruszy w Holandii. *XXVII Seminarium Sadownicze*. Limanowa. 2007. P. 61–64.
342. Мельник О.В. Інтенсивний сад. Закладання та догляд. *Новини садівництва*. 2018. № 3. С. 3-5.
343. Jadczyk E.. Racjonalne nawożenie sadów potasem na podstawie badań SGGW w Warszawie. *IX Ogólnopolskie Spotkanie Sadowników w Grójcu*. 2004. P. 110–117.

344. Jadczyk -Tobjasz E., Zygmuntowska K. Reakcja gruszy na zróżnicowane nawożenie potasem w zależności od odmiany, podkładki i nawadniania. *Czynniki wpływające na plonowanie i jakość owoców roślin sadowniczych*. 2008. P. 147-168.

345. Zygmuntowska K., Jadczyk-Tobjasz E. Wpływ zróżnicowanego nawożenia potasem na wzrost i owocowanie pięciu odmian gruszy. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac.*. Tom 16. 2008 . P. 83–89.

346. Сергеева Н.Н. Система удобрения яблони в интенсивных насаждениях. *Садоводство и виноградарство*. 2006. №1. С. 8–9.

347. Бородай О.Ю., Петренко Н.О. Вплив добрив на ріст і продуктивність насаджень яблуні (*MALUS DOMESTICA. BORKH.*) на підщепі MM106 в умовах Поділля. *Садівництво*. 2012. Вип. 65. С. 160-167.

348. Серета І.І. Агротехнологічні основи вирощування яблуні на ґрунтах легкого гранулометричного складу: дис. д-ра с.-г. наук: 06.01.07. Інститут садівництва УААН. 2003. 446 с.

349. Рубін С. С. Удобренья плодовых і ягідних культур. М.: Колос, 1974. 224 с.

350. Трунов Ю.В. Потенциал лежкости яблок при хранении в зависимости от минерального питания яблони в саду. *Садоводство и виноградарство*. 2006. №2. С. 11–12.

351. Azad A., Mayi T., Hasan S. N. Peromary Influence of organic manures and girdling dates on flowering and yield of apple tree fruit after two years application. *Horticulture Dept. College of Agric.* 2019. Vol. 22. DOI: <https://doi.org/10.26682/avuod.2019.22.1.14>

352. Higgs N. A., Ridout M. S. Atkinson D. Effects of alley sward width, irrigation and nitrogen fertiliser on growth and yield of Cox's Orange Pippin apple trees. *J. Sc. Food Agr.* 1990. Vol. 53. P. 159-168.

353. Paulo R. E., Douglas A. R., Marcelo M. P., Jaques D. Addition of nitrogen had no effect on yield and quality of apples in an high density orchard carrying a dwarf rootstock. *Rev. Bras. Frutic.* 2008. Vol.30. P. 1113–1118. DOI 10.1590/S0100-29452008000400044

354. Врона Д. Плодоношення и качество яблок сорта Джонагоред в зависимости от осеннего удобрения азотом и подвоя. *Садівництво*. 2005. Вип. 57. С. 356–360.

355. Вязьмикина Н.С., Трунов Ю.В., Кузин А.И., Еремеев Д.Н. Оптимизация плодоношения яблони в среднерослых садах средней зоны садоводства России на основе применения удобрений. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012. Т. 30. С. 58–63.

356. Исаев Р.Д., Грезнев Д.В. Влияние внекорневых обработок макро- и микроэлементами на продуктивность деревьев и лежкоспособность плодов груши. *Аграрная наука*. 2009. №4. С. 18–20.

357. Мельник О.В. Нове в удобренні яблуні та груші. *Новини садівництва*. 2012. №1. С. 15–18.

358. Спиваковский, Н.Д. Удобрение плодовых и ягодных культур. М.: Изд-во с.-х. литературы, 1951. 351 с.

359. Трунов Ю.В. Минеральное питание и продуктивность яблони на черноземах средней полосы России: автореф. дисс. ... доктора с.-х. наук. М. 2003. 46 с.

360. Кондаков, А.К. Влияние доз и способов внесения азота на рост, урожай и качество плодов слаборослой яблони. *Проблемы экологизации современного садоводства и пути их решения: Материалы междунар. конф.* Краснодар: КубГАУ, 2004. С. 377–385.

361. Салаш П., Кобелуш В. Возможности использования прогрессивных типов удобрений в современном садоводстве. *Садівництво*. 2005. Вип. 57. С. 351–355.

362. Чебан С.Д. Ріст і продуктивність насаджень яблуні залежно від способів удобрення. *Вісник Білоцерківського ДАУ*. 2004. Вип. № 30. С. 172–179.

363. 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. 205–211.

364. 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.

365. Кисельов Д.О., Гриник І.В. Формування продуктивності яблуні сорту Флоріна на фоні фоліарного підживлення препаратом Терасорб комплекс. *Агробіологія*. 2017. № 2 С. 150–167.

366. Грезнев О.А., Трунов Ю.В. Некорневые подкормки яблони в ЦЧР. *Садоводство и виноградарство*. 2007. №4. С.8–10.

367. Кузин А. И., Трунов Ю. В., Вязьмикина Н.С., Белоусов А.Н. Формирование некоторых компонентов продуктивности у яблони при использовании некорневых подкормок. *Научный журнал КубГАУ*. 2013. №88(04). С. 45-52.

468. Боровик Е.С. Влияние некорневого внесения бора и кальция на рост и развитие яблони в плодоносящем саду. *Экологическая оценка типов высокоплотных плодовых насаждений на клоновых подвоях: Материалы II международного симпозиума*. 2003. С. 110–112.

369. Слюсаренко В. С. Особливості застосування удобрення та позакореневого підживлення в насадженнях зерняткових культур. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. Вип. 26. С. 180–187.

370. Санін Ю. Мікродобрива гарантують прибуток. *Садівництво по-українськи*. 2014. № 2. С. 34–35.

371. 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.

372. Капичникова Н. Г. Влияние некорневого внесения удобрений на урожайность яблони. *Плодоводство*. 2009. Т. 21. С. 82–84.

373. Рябцева Т. В., Костюченко Т. М., Капичникова Н. Г. Эффективность некорневого внесения различных водорастворимых микро- и макроудобрений и полифункционального биопрепарата Экосил в саду яблони. *Плодоводство*. 2009. Т. 21. С. 99–109

374. Wojeik P., Szwonek E., Slowinski A. Response Jonagold apple trees to foliar applications of beeattractant and fertilizers. *Плодоводство*. Т. 17. Ч2. 2005. С. 116–119.

375. Боровик Е.С., Криворот А.М. Влияние некорневого внесения бора и кальция на урожайность и лежкость плодов яблони. *Плодоводство*. 2005. Т 17. Ч. 1. С. 175–181.

376. Анспок П.И. Микроудобрения. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. 1990. 272 с.
377. Карасюк І.М., Геркіял О.М., Господаренко Г.М. та ін.. Агрохімія. К.: Вища школа, 1995. 471 с.
378. Яковенко Р.В. Грунтово-листо́ве удобрення. *Садівництво по-українськи*. 2014. №3 С. 24–25.
379. Гречковський Д. Основи удобрення плодoвих і ягідних культур. *Пропозиція*. 2016. № 12. С. 97–100
380. Шкраж М. Хелаты в садоводстве. *Агроиндустрия*. 2016. № 1. С. 64–67.
381. Трунов Ю.В., Грезнев О.А. Внекорневые подкормки как способ управления минеральным питанием яблони. *Проблема экологизации современного садоводства: матер. междунар. науч. конф. Краснодар*. 2004. С. 87–96.
382. 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. 72 с.
383. Горб О.С., Китаєв О.І. Листкове живлення яблуні. *Садівництво по-українськи*. №2. С. 16–18.
384. Протасова, Н.А. Микроэлементы в черноземах и серых лесных почвах Центрального Черноземья: автореф. дис. доктора с.х. наук. Воронеж, 2002. 40 с.
385. Shorrocks, V.M., Nicholson D.D. The influence of boron deficiency on fruit quality. *Mineral Nutrition with Some Micronutrients*. Butterworths. London, 1980. P. 1103–1108.
386. Sánchez, E.E. Effect of postharvest soil and foliar application of boron fertilizer on the partitioning of boron in apple trees/E.E. Sanchez, T.L. Righetti. *Hort Science*. 2005. Vol. 40. №. 7. P. 2115–2117.
387. Bramlage, W. The influence of mineral nutrition on the quality and storage performance of pome fruits grown in North America/W. Bramlage, M. Drake, W.J. Lord. *In: Mineral nutrition of fruit trees*. London:Butterworth, 1980. P. 29–39.
388. Christiansen, M.N. Foy C.D. Fate and function of calcium in tissue.

- Communications in Soil Sciences and Plant Analysis*. 1979. Vol. 10. № 1–2. P.427–442.
389. Bothwell J.H.F., Y. Ng C.K. The evolution of Ca²⁺ signalling in photosynthetic eukaryotes. *New Phytol.* 2005. Vol. 166. P. 21–38. DOI: doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01312.x
390. 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.
391. Hirschi, K.D. The calcium conundrum. Both versatile nutrient and specific signal. *Plant Physiol.* 2004. Vol. 136. №1. P. 2438–2442.
392. Reddy, V.S., Reddy A.S.N. Proteomics of calcium-signaling components in plants. *Phytochemistry*. 2004. Vol. 65. № 6. P. 1745–1776.
393. Гудковский В.А., Кожина В.А., Назаров Ю.Б. и др. Влияние предуборочных и послеуборочных обработок агрохимикатами на восприимчивость плодов яблони к физиологическим и грибным заболеваниям. Научные основы эффективного садоводства. *Труды Всероссийского НИИ садоводства им. И.В. Мичурина*. Воронеж: Кварта, 2006. С.460–471.
394. Liebig, J. Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. Braunsweig. 1841. 351 s. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.42117>
395. Дорошенко Т.Н., Чумаков С.С., Максимцов Д.В. Особенности реализации потенциала продуктивности плодовых растений в годы с погодными аномалиями. *Научный журнал КубГАУ*. 2012. №82(08). С. 913–931.
396. Friedrich G., Fischer M. Physiologische Grundlagen des Obstbaues. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH&Co, 2000. 512 s.
398. 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 end rot disease of Anna apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences*. 2009. Vol. 5. №. 2. P. 237–249.
399. Бордюжа Н.П. Ефективність позакореневих підживлень на посівах пшениці озимої (аналітичний огляд). *Агрохімія*. 2011. № 9. С. 40–44.
400. Ямковий В.І. Продуктивність яблуні залежно від застосування мікродобрив «УА Росток». *Садівництво по-українськи*. 2016. № 2. С. 14–16.

401. Викторов Д., Молисова Д. Повышение урожайности и качества плодов яблони путём внекорневой обработки растений сернокислым цинком и калиевой солью. *Развитие агропромышленного комплекса*. 1981. № 12. С. 12–14.

402. Грозов Д. Н., Чекан А. С. Влияние микроэлементов на некоторые физиологические процессы и продуктивность яблони типа спур. *Физиологические особенности плодовых и винограда в связи с условиями произрастания*. 1984. № 1. С. 16–23.

403. Сергеева Н.Н. Система удобрения в адаптивных яблоневых садах. Новации и эффективность производственных процессов в плодоводстве. *Тематический сборник материалов Международной научно-практической конференции*. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2005. С. 14–19.

404. Омельченко А.М. Вплив позакореневого підживлення дерев груші (*Pirus Comtinis. L*) мікроелементами на лежкоздатність плодів. *Садівництво*. 2012. Вип. 66. С. 194–199.

405. Горб О.С., Китаїв О.І., Скрыга В.А., Карпова С.В. Вплив позакореневої обробки мікроелементами га дерева яблуні (*Malus Domestika Borkh.*). *Садівництво*. 2009. Вип. 62. С. 212–219.

406. Neilsen G. Foliar application of chelated and mineral zinc sulphate to Zn-deficient “Mcintosh” seedlings. *HortScience*. 1983. № 6. С. 915–917.

407. Виноградов А. Микроэлементы и урожай плодов. *Сельское хозяйство Казахстана*. 1974. № 1. С. 31–35.

408. Testoni A., Granelli G. Concimazione fogliare e qualita delle pere William. *Riv. Fruttic. Ortofloric*. 1986. № 5. С. 44–46.

409. Кудзін Ю.К., Жемела Г.П. Позакореневе підживлення рослин. К.: Знання. 1969. 47 с.

410. Ладухин А.Г. Пути повышения зффективности водорастворимых удобрений. Возможности их модификаций к различным условиям применения. *Тези доповідей міжнар. наук.-практ. конф.* Рокині. 2008. С.25–28.

411. Рогачев М А Влияние сроков внесения аммиачной селитры на урожайность, качество и лежкоспособность яблок. *Садоводство и*

виноградарство. 2007. №6. С 8–9.

412. Рогачев М А Влияние сроков и способов внесения азотных удобрений на урожайность, качество и лежкость плодов яблони. *Материалы Всероссийской научно-методической конференции молодых ученых (Актуальные проблемы садоводства России и пути их решения)*. Орел. ВНИСПК. 2007. С 134–138.

413. Гапріндашвілі Н.А. Зміна вмісту аскорбінової кислоти в плодах груші при тривалому зберіганні з використанням антиоксидантів. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Вип. 4. 2012. С. 213–216.

414. Деревянчук А. М. Влияние погодных условий года на формирование урожая и химический состав в период хранения яблок. *Вест. с.-х. науки*. 1975. №8. С. 75–78.

415. Гудковский В.А., Кожина Л.В. Факторы сада, влияющие на качество и лежкость плодов. Труды ученых МГАУ: сб. научн. трудов. 2005. С. 114–121.

416. Найченко В.М., Заморська І.Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів. Умань. 2010. 328 с.

417. Гончарук Ю. Д. Збалансованість фотосинтезу та репродуктивних процесів у різних за походженням імунних до парші сортів яблуні. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 7. С. 24–28.

418. Крамер И., Козловский Т. Физиология древесных растений. М. 1963. 628 с.

419. Кудрявец Р. П. Продуктивность яблони М.: Агропромиздат. 1987. 303 с.

420. Кушниренко М. Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1967. 328с.

421. Вінцковська Ю. Ю. Вплив умов вирощування на збереження показників якості плодів яблуні білоруської селекції. *Тези Міжнар. наук.- практич. конференції «Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації»*. Київ. 2015. С. 14–15.

422. Причко Т. Г. Чалая Л. Д. Влияние погодных условий на формирование качественных показателей плодов яблони. *Плодоводство*. 2012. Т. 24. С. 234–242.

423. Семенова Г.Г., Кангіна І.Б. Вплив умов вирощування на якість і лежкість

плодів яблуні. *Садоводство*. Вип. 31. 1983. С. 61–64.

424. Кангіна І.Б., Михайлова Є.В., Каленич Ф.С. Довідник по якості плодів і ягід. К.: Урожай, 1992. 224 с.

425. Zhang Q, Li MJ, Zhou BB, Li XL, Sun J, Zhang JK, Wei QP. Multivariate analysis of relationship between soil nutrient factors and fruit quality characteristic of «Fuji» apple in two dominant production regions of China. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2017. Vol. 28(1). P. 105–114.

426. Webster D.H., Lidster P.D., Webster D.H., Can. J. Effects of phosphate sprays on McIntosh apple fruit and leaf composition, flesh firmness and susceptibility to low-temperature disorders. *Plant Sci*. 1986. Vol. 66. №. 3. P. 617–626.

427. Шевчук Л. М., Вінцковська Ю. Ю. Вплив позакореневої обробки дерев яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) на накопичення аскорбінової кислоти плодами впродовж їх росту і дозрівання. *Садівництво*. 2017. № 72. С. 100–106.

428. Мелехова І.О., Мельник О.В., Дрозд О.О. Про обприскування азотом і бором. *Новини садівництва*. 2007. №1. С. 16–17.

429. Макаркина М. А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на некоторые показатели химического состава плодов яблони. *Садоводство и виноградарство*. 2009. № 1. С. 4–5.

430. Мельник І. О. Осіннє удобрення азотом і бором. *Новини садівництва*. 2015. №4. С.18.

431. Заморський В.В. Ефективність яблуневого саду з інтеркалярними вставками. *Зб. наук. пр. УСГА (на честь 150 річчя)*. 1999. С. 253–255.

432. Гриник І.В., Омельченко І.К., Литовченко О.М., Кіщак О.А. Вітчизняні технології виробництва, зберігання та переробки плодів і ягід в Україні. К.: «Преса України», Інститут садівництва НААН України. 2012. 120 с.

433. Кіщак О.А. Основи промислової культури черешні в Лісостепу України: монографія. К.: Аграрна наука, 2017. 240 с.

434. Костюк Л.А. Економічна ефективність садівництва в сільськогосподарських підприємствах України. *Збірник наукових праць ВНАУ Серія: Економічні науки*. 2012. №1 (56). Том 2. С. 187–193.

435. Шестопаль О.М., Черній В.В., Рисіч О.В. Економічна оцінка типів насаджень яблуні та її сортів в умовах Поділля. *Садівництво*. 2002. Вип. 54. С. 302–311.

436. Расторгуєв О. Б. Продуктивність різних типів насаджень яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) на півдні України. *Садівництво*. 2015. Вип. 70. С. 57–63.

437. Куцков А.С., Переяслова Л.В., Сергазин К.С., Исаев С.И. Основы высокого урожая и качества яблок в интенсивных садах. *Садоводство и виноградарство*. №4. 2003. С. 6–7.

438. 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.

439. 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: 06.01.07. УААН. Інститут садівництва. К. 2008. 21 с.

440. Бурляй А.П. Природно-економічний потенціал для організації промислового садівництва в регіоні західного Лісостепу. *Зб. наук. праць Харківського НАУ*. №3. 2004. С. 52–56.

441. Тупчій О.С. Методичні основи дослідження економічної ефективності виробництва продукції садівництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 3. С. 106–110.

442. Гаврилюк В. Г. Методичні аспекти оцінки екологоекономічної ефективності виробництва продукції садівництва в аграрному секторі. *Агросвіт*. 2015. № 24. С. 61–66.

443. Шерстюк С.В. Показники інтенсивності та економічної ефективності садівництва: теоретикометодичний аспект. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія сер. «Економічні науки»*. Харків. 2011. № 5. С. 419–426.

444. Ульянченко О.В., Євчук Л.А., Гуторова І.В. Конкурентоспроможність сільськогосподарських підприємств та стратегічні аспекти її формування. Х.: «Апостроф», 2011. 340 с.

445. Тупчій О.С. Відтворення багаторічних насаджень як передумова

ефективного функціонування галузі садівництва. *Збірник наук. пр. Уманського НУС*. 2014. Вип. 85. Ч. 2. С. 181–186.

446. Ермаков А.Е. Развитие и эффективность садоводческих предприятий разных форм хозяйствования. К. : Віпол, 1997. 293 с.

447. Тупчій О.С. Організаційно-економічні основи інноваційного розвитку садівничих підприємств. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. № 4. С. 593–597.

448. 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.

449. Пасхавер Б.Й. Рентабельність агросфери: проблеми стабільності. *Економіка України*. 2004. № 2. С. 73–82.

450. Шестопаль О.М. Віддача інтенсивного саду. Київ. 1990. 48 с.

451. Нестерчук Ю.О., Тупчій О.С. Економічне обґрунтування інноваційно-інтенсивних систем ведення садівництва. *Збірник наукових праць Умансьерго НУС*. Умань. 2015. Вип. 87. Ч. 2. С. 96–106.

452. Экономика и организация промышленного садоводства / под ред. П.Ф. Дуброва. М. 1981. 255 с.

453. Методика економічної та енергетичної оцінки типів плодоягідних насаджень, помологічних сортів і результатів технологічних досліджень у садівництві / За ред. О.М. Шестопаля. К. 2002. 132 с.

454. Рульєв В.А. Ефективність промислового саду. *Сад, виноград і вино України*. 2005. № 1 – 2. С. 16–18.

455. Христенко Г.М., Гурська І.С. Організаційно-економічні особливості інноваційної діяльності в аграрній сфері. *Економіка та управління національним господарством*. 2012. № 3(34). С. 64–69.

456. Марчук Л.П. Формування інноваційних можливостей аграрного виробництва. *Економіка АПК*. 2009. № 12. С. 58–63

457. Сало І.О. Особливості забезпечення населення України якісною продукцією садівництва. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 1. С. 193-197.

458. Шестопаль О.М., Кондратенко П.В., Барабаш Л.О. Теоретико-методологічні основи (нова парадигма) та складові Національної програми поступу промислового садівництва України: макрогалузевий аспект. К. : ННЦ ІАЕ, 2008. 140 с.

459. Минаков И.А., Соколов О.В. Эффективность интенсификации садоводства в условиях формирования рыночных отношений. *Садоводство и виноградарство*. 1998. №2. С. 2–4.

460. Гурьянова Ю.В. Повышение зимостойкости и продуктивности яблони регулированием устойчивости покоя органическим и минеральным питанием. дис. доктора с.-х. наук. 06.01.08. – плодководство, виноградарство. М. 2015. 280 с.

461. Рудьєв В.А. Основні чинники відродження промислового садівництва в Україні. *Сад, виноград і вино України*. № 4–6. 2006. С. 30–32.

462. Иваненко Е.Н., Зайцевой В.А. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста на груше в засушливых условиях астраханской области. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. №3 (13). С. 22–25. DOI 10.18286/1816-4501-2015-3-22-25

463. Бородай О.Ю. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність та економічну ефективність вирощування яблуні (*Malus Domestica Borkh.*). *Садівництво*. 2011. Вип. 64. С. 148–155.

464. Рябцева Т.В., Костюченко Т.М., Каличникова Н.Г. Экономическая эффективность некорневого внесения водорастворимых удобрений в саду яблони. Пути реализации потенциала высокоплотных плодовых насаждений. *Материалы международной научной конференции*. Самохваловичи. 2008. С. 97–100.

465. Савицкий И.Л., Лядицкая М.А. Эффективность предпосадочного удобрения яблони. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1986. №3. С. 28–29.

466. Кузин А.И., Трунов Ю.В., Вязьмикина Н.С. Эффективность некорневых подкормок в орошаемом интенсивном саду в условиях Центрального Черноземья. *Плодководство и ягодоводство России: Сб. научных работ*. 2012. Т. 25. С.64–73.

467. Ципко А.А., Ткачук В.В. Эффективность использования жидкого навоза в интенсивных плодоносящих насаждениях яблони. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1980. №6. С. 18–20.

468. Ткаченко В. Розрахунок економічної ефективності використання органічних та мінеральних добрив. *Бухгалтерія в сільському господарстві*. 2001. №15. С. 51–52.

469. Вінцовська Ю.Ю. Формування якості плодів яблуні в Правобережній частині Лісостепу України: автореферат дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.07. Київ. 2017. 20 с.

470. 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: спец.: 06.01.04 – Агрохімія. Харків. 2010. 21 с.

471. Wawrzynczszak P., Wojcik P. Nawozenie doglebowe. *Sad*. 2012. №3. S 60–65.

472. Галузева програма розвитку садівництва України на період до 2025 року. К.: СПД "Жителів С.І.". 2008. 76 с.

473. Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. Природно-сільськогосподарське районування України. Монографія. К. 2015. 256 с.

474. Путівник наукової екскурсії VI зїзду ґрунтознавців та агрохіміків України. Харків: ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського. 2002. 40 с.

475. Помологія. Яблуня / під загальною редакцією П.В. Кондратенка, Т.Є. Кондратенко. Вінниця. 2013. 626 с.

476. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с

477. Программно–методические указания по проведению исследований с удобрениями в садах, ягодниках и плодовых питомниках / Под ред. П.Д. Поповича. К.; У., 1985. 108 с.

478. Мойсейченко В.Ф. Вегетаційні методи у плодівництві і декоративному садівництві. Київ: Вища школа, 1993. 103 с.

479. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07–

01] К.: Держспоживстандарт України, 2005. 6 с.

480. ДСТУ ISO 11464 : 2007. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464 : 2006, IDT). [Чинний від 2009– 10–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 14 с.

481. ДСТУ 4289–2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. – Введено вперше. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. 8 с.

482. ГОСТ 26208–91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Эгнера–Рима–Доминго. – Взамен ГОСТ 26208–84; Введ. 29.12.91. – М.: – Изд-во стандартов, 1992. 6 с.

483. ДСТУ ISO 10390–2001 Якість ґрунту. Визначення рН. – Введено вперше. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. 7 с.

484. ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015-04-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 14 с.

485. ГОСТ 27821–88 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. – Введен впервые. – М.: – Изд-во стандартов, 1988. 5с.

486. ДСТУ ISO 11465–2001 Якість ґрунту. Визначення речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод. – Введено вперше. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. 5 с.

487. ДСТУ ISO 11272–2001 Якість ґрунту. Визначення щільності складення на суху масу. – Введено вперше. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. 5 с.

488. ДСТУ 4744:2007. Якість ґрунту. Визначання структурно-агрегатного складу ситовим методом у модифікації Н. І. Саввінова. [Чинний від 2008–01–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 15 с.

489. ДСТУ 7538:2014. Якість ґрунту. Визначання нітрифікаційної здатності ґрунту методом Кравкова. [Чинний від 2015-04-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2015. 8 с.

490. Штатнов В.И. К методике определения биологической активности почвы. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1952. Вып. 6. С. 27.

491. Акулов П.Г., Доценко А.С., Лукин С.В. Методические обеспечение

агроекологического мониторинга для контроля блок-компонента почвы. *Химия в сельском хозяйстве*. 1995. № 1. С. 23–25.

492. 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.

493. Годнев Т.Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Минск, 1952. 164 с.

494. Агрохімічний аналіз / За ред. М.М. Городнього. К. 2005. 468 с.

495. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л.: Колос, 1972. 456 с.

496. Учеты, наблюдения, анализы, в опытах с плодовыми и ягодными растениями: Метод. рекомендации / Под ред. Г.К. Карпенчука и А.В. Мельника. Умань. 1987. 115 с.

497. ДСТУ 8402:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин. Київ. 2017. 19 с.

498. ДСТУ 4954:2008 Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. Київ. 2009. 15 с.

499. ДСТУ 4957:2008 Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. Київ. 2009. 13 с.

500. МВ №5048–89 Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства. М. 1989. 48 с.

501. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костогриз, В.П. Опришко. Вінниця. 2014. 332 с.

502. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. К.: Аграрна наука, 1996. 95 с.

503. ГСТУ 01.1–37–160: 2004 Яблука свіжі середніх та пізніх термінів досягання. Технічні умови, 2004. 11 с.

504. ГСТУ 01.1–37–162: 2004 Груші свіжі середніх і пізніх термінів досягання. Технічні умови, 2007 12с.

505. Заморський В.В. Методика оцінки морфологічного стану насаджень

яблуні (методичні рекомендації). 2006, Умань. 51 с.

506. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві / за ред. О.М. Шестопаля. К.: НААН, 2006. 140 с.

507. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Колос, 1979. 416 с.

508. Терентьев П. В. Дальнейшее развитие метода корреляционных плеяд. Применение математических корреляций. *Вестник ЛГУ*. Ленинград. 1979. № 3. С. 77–85.

509. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / под ред. О. П. Мелехова, Е. И. Сераульцева. М.: Издательский центр «Академия». 2010. 288 с.

510. Валерко Р. А. Использование биотестирования для оценки антропогенного загрязнения почвенного покрова. Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы VIII-й междунар. науч. конф. Брянск. 2011. С. 74–78.

511. Валерко Р.А. Особливості біотестування антропогенно забруднених ґрунтів з метою їх екоотоксичної оцінки. *Вісник ХНАУ*. № 2. 2013. С. 262–266.

512. Берестецкий О.А. Фитотоксины почвенных микроорганизмов и их экологическая роль. Фитотоксические свойства почвенных микроорганизмов. Л. 1978. С. 7–30.

513. Худяков Я.П., Маршунова Г.Н. Удобрения как фактор изменения периодической токсичности почвы. Микроорганизмы в сельском хозяйстве. М. 1970. С. 246–253.

514. Фулга И.Г., Даду К.Я. Рост и плодоношение яблони на утомленной почве. Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1983. №8. С. 62-63.

515. Малюк Т.В., Пчолкіна Н.Г. Визначення забезпеченості ґрунту доступними для рослин формами макроелементів і регулювання мінерального живлення плодкових культур. *Садівництво*. 2015. Вип. 70. С. 106–115.

516. Кудзин Ю.К. Влияние длительного применения удобрений на некоторые

свойства чернозема и продуктивность растений. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: МСХ СССР, 1960. С. 322–335.

517. Авдонин Н.С. Научные основы применения удобрений. М.: Колос, 1972. 380 с.

518. Мишустин Е.Н. Удобрения и почвенно-микробиологические процессы. *Агрономическая микробиология*. 1976. С. 191–203.

519. Яковенко Р.В., Копитко П.Г., Садовський І.С. Реагування яблуні в різні вікові періоди повторного вирощування на зміни поживного режиму ґрунту за довготривалого удобрення. *Вісник Уманського НУС*. Умань. 2020. № 2. С. 95–99.

520. Яковенко Р.В. Продуктивность яблони в повторной культуре и изменение свойств почвы в зависимости от удобрения. *Научные основы минерального питания и применения удобрений в насаждениях плодовых культур*. Мичуринск. 2011. С. 154–160.

521. 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.

522. Геркіял З.В. Система удобрення і розвиток мікрофлори ґрунту в міжряддях саду. *Зб. наук. праць УДАА*. Умань. 1998. С. 98–100.

523. Ambus P., Jensen E.S. Nitrogen mineralization and denitrification as influenced by crop residue particle size. *Plant Soil*. 1997. Vol. 197. № 2. P. 261–270.

524. Красильников Н.А. Микроорганизмы и высшие растения. М. 1958. 462 с.

525. Кауричев И.С., Орлов Д.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. М.: Колос. 247 с.

526. Павленко В.Ф., Андриенко М.В. Микроорганизмы почв яблоневых насаждений. К.: УСХА, 1995. 264 с.

527. Кушниренко М.Д. Физиология водообмена и засухостойчивость плодовых растений. Кишинев: Штиинца. 1975. 215 с.

528. Галашева А.М., Красова Н.Г., Макаркина М.А., Янчук Т.В. Содержание

свободной и связанной воды в листьях и тканях однолетних побегов яблони на слаборослых подвоях. *Современное садоводство. Электронный журнал*. 2017. № 1. С. 17–25.

529. Красова Н.Г., Ожерельева З.Е., Голышкина Л.В. и др. Зимостойкость сортов яблони. Орел: ВНИИСПК. 2014. 184 с.

530. Красова Н.Г., Галашева А.М., Ожерельева З.Е. и др. Изучение водного режима сорта Имрус на слаборослых вставочных подвоях во время вегетации. *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2014. Т. 20. С. 436–440.

531. Жолкевич В.Н., Гусев Н.А., Капля А.В. Водный обмен растений. М.: Наука. 1989. 256 с.

532. Галашева А.М., Красова Н.Г., Янчук Т.В. Фракционный состав воды в листьях у сортов яблони (*Malus Mill*). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. № 1(18). С. 18–21.

533. Долгова Л.Г. Формы воды в растениях – показатели экологического состояния среды. Вопросы биоиндикации и экологии. *Межвед. сб. науч. тр.* Запорожье. 1997. Вып.2. С. 115–120.

534. Галашева А.М., Павел А.Р. Содержание свободной и связанной воды в листьях сортов яблони на карликовых подвоях. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2016. №40 (04). С. 17-25.

535. Фоменко Н.М. Влияние минерального питания почвы на содержание воды и хлорофилла в листьях яблони. *Progresul tehnico-stiintific in pomicultura. Chisinau*. 1997. С. 36–37.

536. Маслов С.П. Якунина В.М. Светловой режим яблони на разных схемах посадки. *Сборник статей Орловской плодово-ягодной станции*. 1980. С. 90–96.

537. Чирнавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. М. 1970. 314 с.

538. Шуруба Г.А. Некорневое питание плодовых и ягодных культур микроэлементами. Львов. 1982. 176 с.

539. Бруйло А.С., Самусь В.А., Камзолова О.И. Влияние микроудобрений, их сочитаний и способов внесения на пигментный состав листьев яблони в

плодоносящем саду. *Садоводство*. 2002. Т. 14. С. 53–57

540. Танасьев В.К. Накопление в органах яблони элементов питания под влиянием удобрений. *Современные проблемы интенсификации плодородия: труды Кишиневского СХИ Кишинев*. 1985. С. 38–42.

541. Калиновская Т.Я. Влияние густоты посадки и минеральных удобрений на содержание хлорофилла в листьях яблони с пальметтной формировкой кроны. *Разработка мероприятий повышающих урожайность плодовых насаждений в Молдавии: труды Кишиневского СХИ*. Кишинев. 1973. С. 45–48.

542. 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.

543. Танасьев В.К. Влияние удобрений на содержание азота, фосфора и калия в листьях яблони. *Современные проблемы интенсификации плодородия. Труды Кишиневского СХИ*. Кишинев. 1985. С. 34–38.

544. Карпенчук Г.Г. Частное плодородие. К. Вища школа. 1984. 295 с.

545. Удобрения та утримання ґрунту в садах і ягідниках. Методичні рекомендації / укладач Гречковський Д.І. Київ. ІС НААН України. 2013. 14 с.

546. Ратнер Е.И. Питание растений и применение удобрений. Наука. 1965. 223 с.

547. Спиваковский Н.Д. О диагностики питания садовых растений. *Сб. тр. Диагностика потребности растений в удобрениях*. М. 1970. С.87–91.

548. Танасьев В. К. Влияние схемы посадки и удобрений на биологическую продуктивность, структуру и баланс фитомассы насаждений яблони. *Современные проблемы интенсификации плодородия*. Кишинев, 1987. С. 24–27

549. Заморський В.В. Структура та баланс фітомаси дерев яблуні в інтенсивних фітоценозах. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронія і біологія»*. Вип. 3 (25), 2013. С. 161–164.

550. Черепашин В.И. Обрезка плодовых деревьев в интенсивных насаждениях. М. 1989. 303 с.

551. Жук В.М. Продуктивність різних типів саду яблуні на вегетативних підщепах в умовах північного Лісостепу України: Автореф. дис.... канд. с.-г. наук. Умань. 2001. 22 с.

552. Кессел Т. Контроль активності росту дерев. *Новини садівництва*. 2001. № 4. С. 10–13.
553. Гурин А.Г. Физиологические аспекты применения минеральных удобрений в плодово-декоративном питомнике. *RJOAS*. 3(51). 2016. С. 92–98. DOI: [dx.doi.org/10.18551/rjoas.2016-03.10](https://doi.org/10.18551/rjoas.2016-03.10)
554. Гурьянова Ю.В., Рязанова В.В. Формирование площади листьев и содержание хлорофила в листьях при минеральном питании. *Вестник Мичуринского ГАУ*. 2012. №4. С. 30–31.
555. Тооминг Х. Н. Солнечная радиация и формирования урожая. Л.: Гидрометеиздат. 1977. 200 с.
556. Трохимчук А. І., Макарова Д. Г. Посухо- і жаростійкість сортів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. С. 24–28.
557. Манзій В.В. Освоєння площі живлення та повітряного простору деревами яблуні залежно від сорту та удобрення. *Зб. наук. пр. УДАУ*. Умань. 2004. № 58. С. 237–243.
558. Чебан С.Д., Красноштан А.О. Вплив позакореневого підживлення карбамідом на ріст і плодоношення яблуні на підщепі ММ106. *Зб. наук. пр. УДАА*. Умань. 2001. № 52. С.112–118.
559. Гулько І.П., Гулько В.І. Продуктивність яблуневих садів на низькорослих підщепах у центральному Лісостепу УРСР. *Вісник сільськогосподарської науки*. № 4. 1982. С. 20–23.
560. Копитко П.Г., Яковенко Р.В., Петришина І.П. Патент на корисну модель №139762 Україна МПК А01С 21/00 Спосіб визначення норм азотного добрива для оптимізованого удобрення яблуні і груші. Заявл. 08.04.2019; Опубл. 27.01. 2020, Бюл. №2. 4 с.
561. Копитко П.Г., Яковенко Р.В. Патент на корисну модель №148353 Україна МПК А 01С 21/00 Спосіб визначення розраховуваних доз фосфорних і калійних добрив для удобрення яблуні та груші. Заявл. 23.03.2021; Опубл. 28.07. 2021, Бюл. №30. 4 с.

562. 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.
563. Grusze / Badowska-Czubik T. e.a. Warszawa: Hortpress. 2010. 143 pp.
564. Яковенко Р.В. Якісні показники плодів яблуні у повторній культурі за тривалого удобрення. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. 2009. № 77. С. 150–155.
565. Curry E.A., Ultrastructure of epicuticular wax aggregates during fruit development in apple (*Malus domestica Borkh.*). *J. Hortic. Sci. Biotech.* 2005. Vol. 80. P. 668–676.
566. Czernyszewicz E. A consumer's look at the apple quality. *Annales UMCS, sec. EEE. Horticultura.* 17. P. 70–82.
567. Atay E., Pirlak L. Atay A.N. Determination of fruit growth in some apple varieties. *J. Agric. Sci.* 16. 2010. P. 1–8.
568. Zamorskyi V. The role of the anatomical structure of apple fruits as fresh cut produce. *Acta Hort.* 2007. Vol. 746. P. 509–512.
569. Veraverbake E.A., van Bruaene N., van Oostveldt P., Nicolaï B.M., Non destructive analysis of the wax layer off apple (*Malus domestica Borkh.*) by means of confocal laser scanning microscopy. *Planta.* 2001. № 213. P. 525–533.
565. Яковенко Р.В. Накопичення нітратів у плодах яблуні залежно від тривалого удобрення у повторній культурі. *Зб. наук. пр. Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця. 2009. № 40. С. 113–118.
566. Костюк Я.Ю., Пономарьова С.В. Забруднення харчових продуктів нітратами. *Вісн. Харк. ін-ту соціал. прогресу*. Харків. 2003. Вип. 3 (5). С. 77–81.
567. Циганенко О.І. Нітрати в харчових продуктах. К.: Здоров'я. 1990. 56 с.
568. Барабаш Л. О., Мазур К. В. Розвиток промислового садівництва в умовах євроінтеграційних процесів. *Економіка АПК*. 2019. № 12. С. 69–79
569. Економіка та організація промислового садівництва України / За ред. О. М. Шестопаля. Київ : ННЦ ІАЕ. 2010. 334 с.
570. Заморський В.В. Економічна ефективність багаторічних насаджень яблуні. *Зб. наук. пр. Уманського ДАУ*. Умань. 2006. Вип. 62. С. 236–244.

571. Экономика и организация садоводства / Под ред. В.М. Майдебуры. К.: Урожай. 1985. 264 с.
572. Гриник І.В., Бублик М.О. Актуальні дослідження і розробки Інституту садівництва НААН та його мережі. К. 2016. 178 с.
573. Мельник О.В. Інтенсивний сад: закладання і догляд. *Новини садівництва*. 2017. №3. Ч. 1. С.4–8.
574. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука. М. 1978. 420 с.
575. Дородницын А. А. Математика и описательные науки. *Число и мысль*. М. 1982. Вып. 5. С. 6–8.
576. Терентьев П. В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. Л.: Из-тво Ленинградского университета, 1977. 152 с.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Вплив 85-річного застосування різних систем удобрення на основні фізико-хімічні показники ґрунту

Варіант удобрення	Шар ґрунту	рН _{КСІ}	Гідролітична кислотність	Сума вбирних основ	Ступінь насичення ґрунту основами
			мг-екв./100г ґрунту		%
Без добрив (контроль)	0-60	5,32	2,35	21,67	98,1
	60-100	5,65	1,80	22,43	74,4
Гній 40т/га	0-60	5,91	1,78	23,58	73,3
	60-100	5,84	1,64	24,86	64,5
Гній 20т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-60	5,67	2,18	22,65	88,0
	60-100	5,74	1,92	23,44	79,0
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-60	5,10	2,21	19,03	91,7
	60-100	5,48	1,86	22,10	77,6
НІР ₀₅	0-60	0,23	0,11	1,35	5,1
	60-100	0,28	0,07	1,47	3,9

Додаток А.2

Вміст рухомих сполук і форм азоту, фосфору та калію в кореневмісному шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту за ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення ґрунші, мг/кг

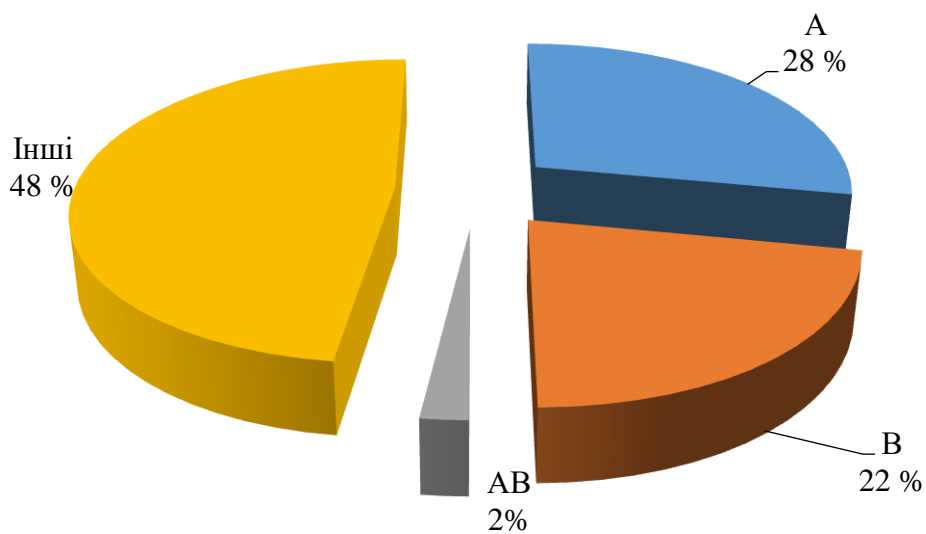
Ґрунтове удобрення (Фактор А)	Позакореневе підживлення (Фактор В)	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
		в шарі 0–40 см	в шарі 0–60 см	
середнє за 2010-2012 рр.				
Без добрив (контроль)	Вода (контроль)	21,1	78,8	169,9
	Карбамід 0,5 %	21,1	78,6	159,6
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	21,2	78,7	159,5
Розраховувана норма NPK	Вода (контроль)	22,2	83,5	169,2
	Карбамід 0,5 %	22,1	83,5	168,9
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	22,1	83,1	168,7
<i>НIP₀₅</i>		<i>1,4</i>	<i>4,3</i>	<i>12,1</i>
середнє за 2013-2018 рр.				
Без добрив (контроль)	Вода (контроль)	22,0	215,7	139,9
	Карбамід 0,5 %	21,9	217,0	150,4
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	21,7	216,7	150,6
Розраховувана норма NPK	Вода (контроль)	25,2	243,0	148,4
	Карбамід 0,5 %	25,0	243,3	149,5
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3%	24,9	244,0	149,8
<i>НIP₀₅</i>		<i>1,6</i>	<i>12,4</i>	<i>11,7</i>

Додаток А.3

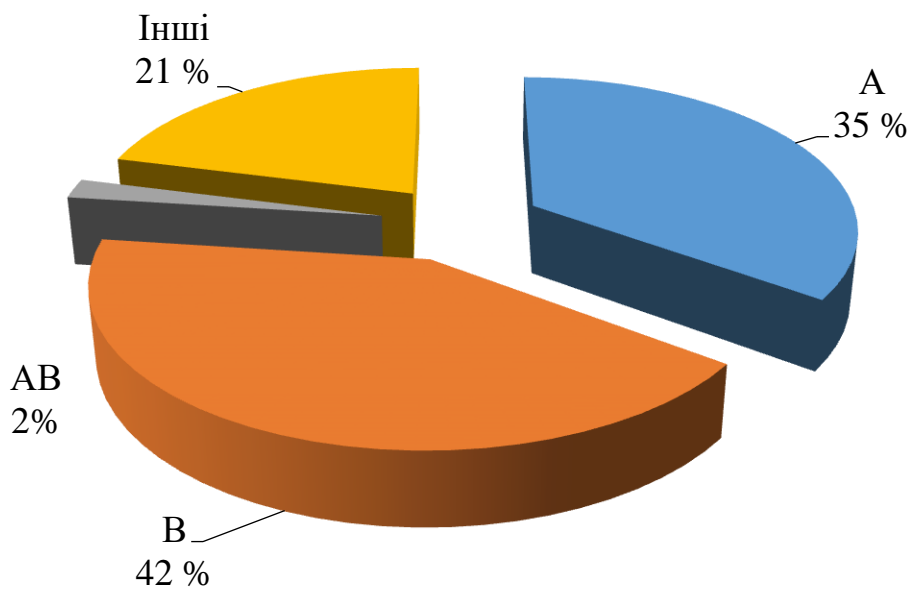
**Вплив довготривалого застосування систем удобрення на загальні запаси
доступної вологи в ґрунту, мм**

Варіант удобрення	Показники в різних вікових періодах вирощування саду					
	період росту і плодоношення (1990-1996 рр.)		період плодоношення і росту (1997-2003 рр.)		період плодоношення (2007-2016 рр.)	
	шар ґрунту					
	0-60	0-100	0-60	0-100	0-60	0-100
Без удобрення (контроль)	143,4	260,7	135,2	229,2	156,6	246,7
Гній 40 т/га	149,0	252,5	145,2	246,2	189,4	278,5
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	133,6	257,0	118,2	236,3	172,5	278,3
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	147,6	254,5	140,8	230,8	185,7	269,2
<i>НІР₀₅</i>	8,5	14,3	8,8	11,8	9,6	15,0

Додаток Б.1



1

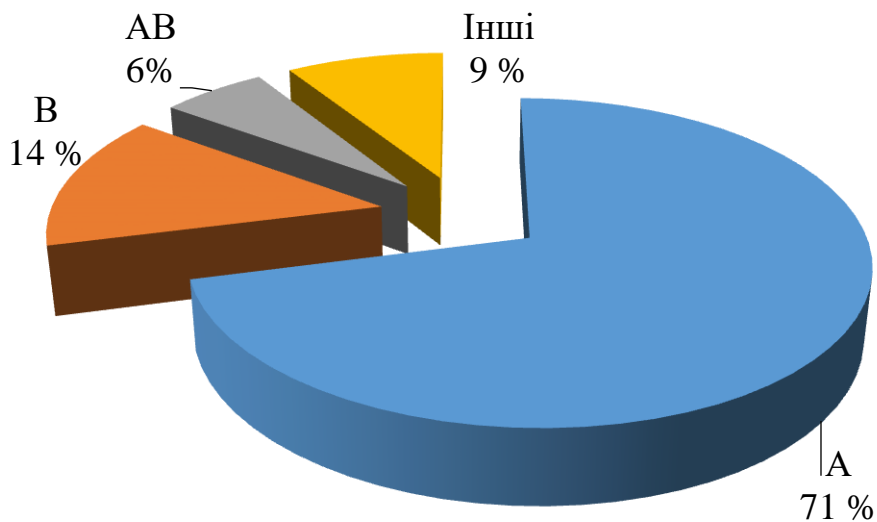


2

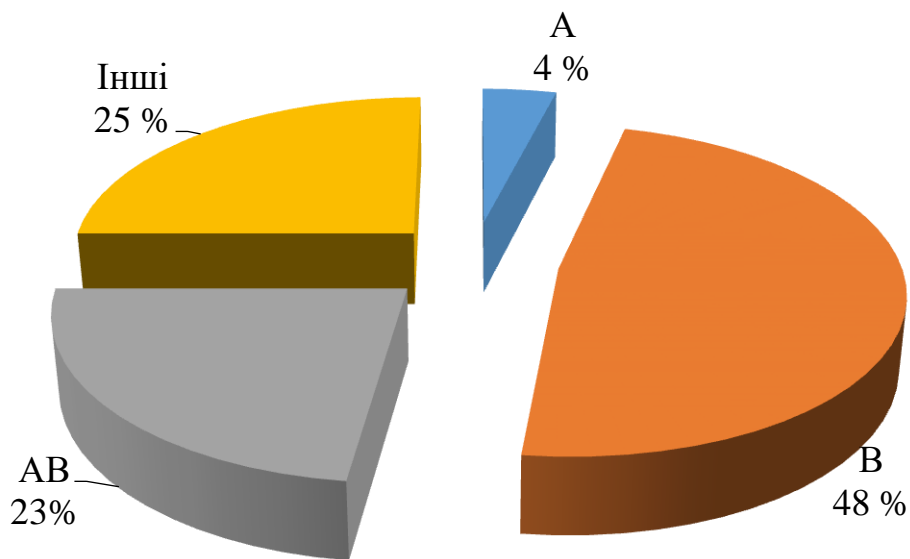
Вплив чинників і їх взаємодія на вміст води в листі груші залежно від сорту та удобрення в 2011 р.:

А – підщепа; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – червень місяць; 2 – серпень місяць.

Додаток Б.2



1



2

Вплив чинників і їх взаємодія на вміст води в листі груші залежно від сорту та
удобрення в 2018 р.:

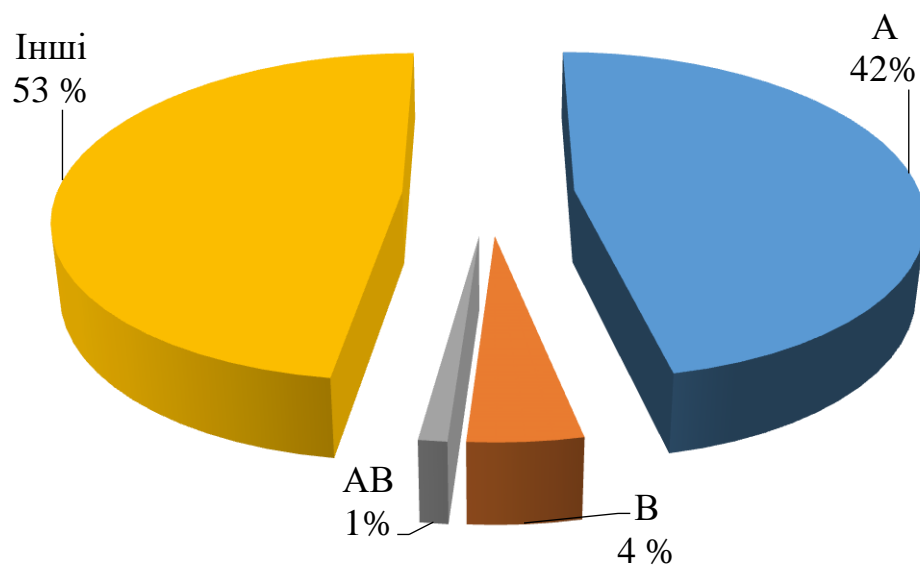
A – підщепа; B – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – червень місяць; 2 – серпень
місяць.

Додаток Б.3

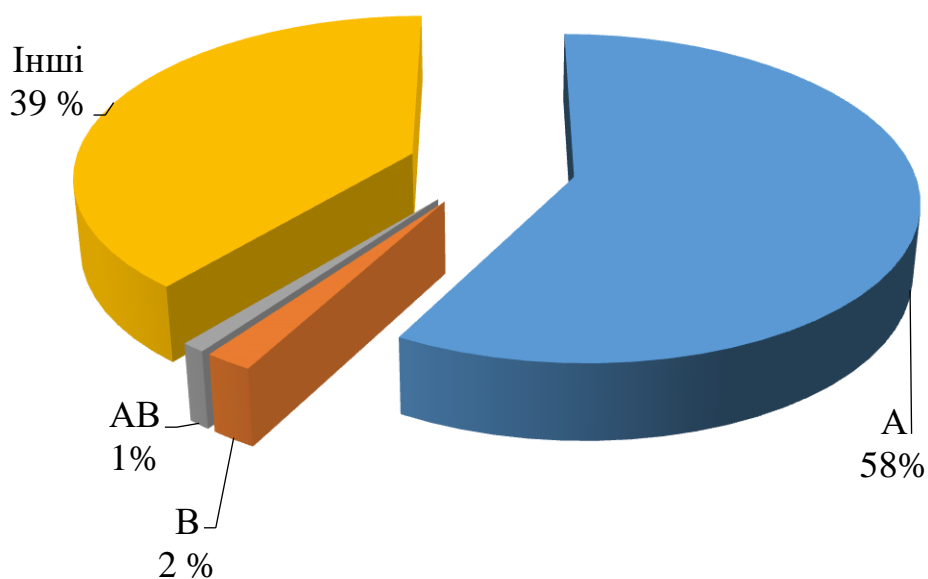
**Вплив систем удобрення на стан (фракційний склад) води в листі дерев
яблуні сорту Кальвіль сніговий, %**

Варіант удобрєння	Показники в різних вікових періодах плодоношення					
	період росту і плодоношення, 1995 р.		період плодоношення і росту, 2000 р.		період плодоношення, 2015 р.	
	вільна вода	зв'язана вода	вільна вода	зв'язана вода	вільна вода	зв'язана вода
Без удобрєння (контроль)	20,8	28,7	18,7	37,4	14,3	40,4
Гній 40 т/га	19,1	32,9	19,7	37,6	15,7	39,7
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,7	28,9	18,0	37,8	15,8	39,3
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	22,3	34,6	20,0	38,1	16,2	39,5
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,1</i>	<i>1,5</i>	<i>0,9</i>	<i>1,8</i>	<i>0,7</i>	<i>1,9</i>

Додаток В.1



1

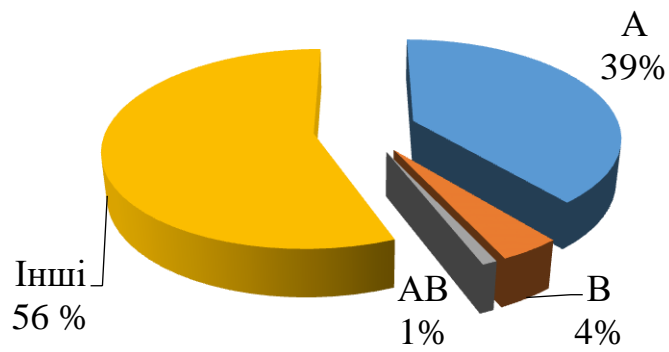


2

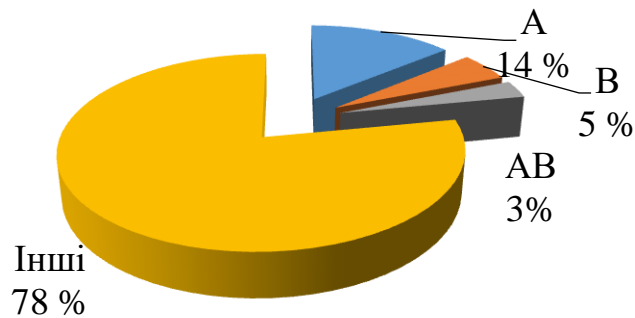
Вплив чинників і їх взаємодія на приріст діаметра штамба дерев груші залежно від сорту та удобрення в різні вікові періоди росту та плодоношення:

А – сорт; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (2010-2012 рр.); 2 – період плодоношення і росту (2013-2019 рр).

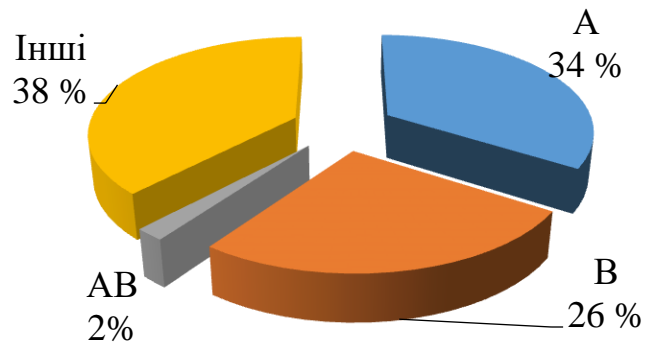
Додаток В.2



1



2

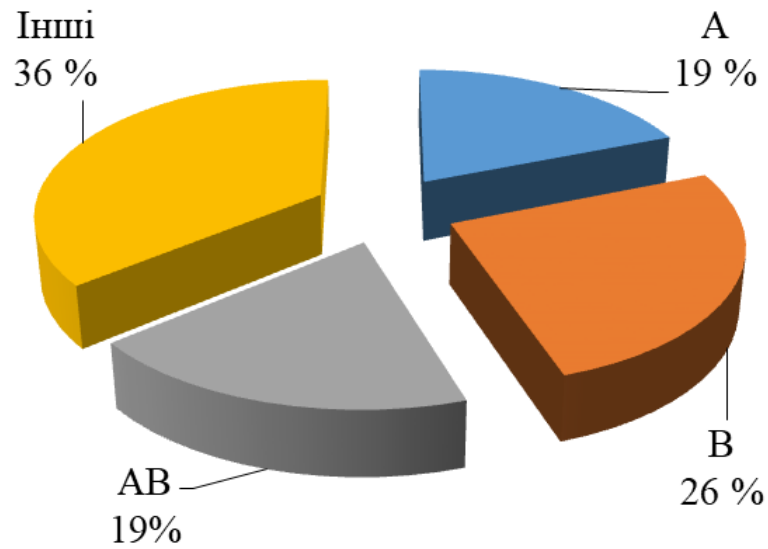


3

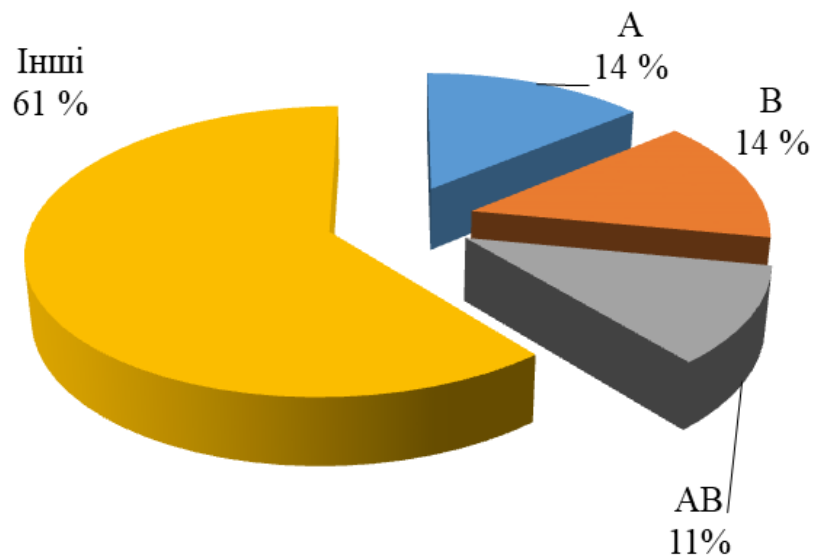
Вплив чинників і їх взаємодія на сумарну довжину пагонів сорту Айдаред залежно від підщеп та систем удобрення за повторної культури в різні вікові періоди росту та плодоношення:

А – підщепа; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (1990-1996 рр.); 2 – період плодоношення і росту (1997-2003 рр.); 3 – період плодоношення (2007-2016 рр.).

Додаток В.3



1

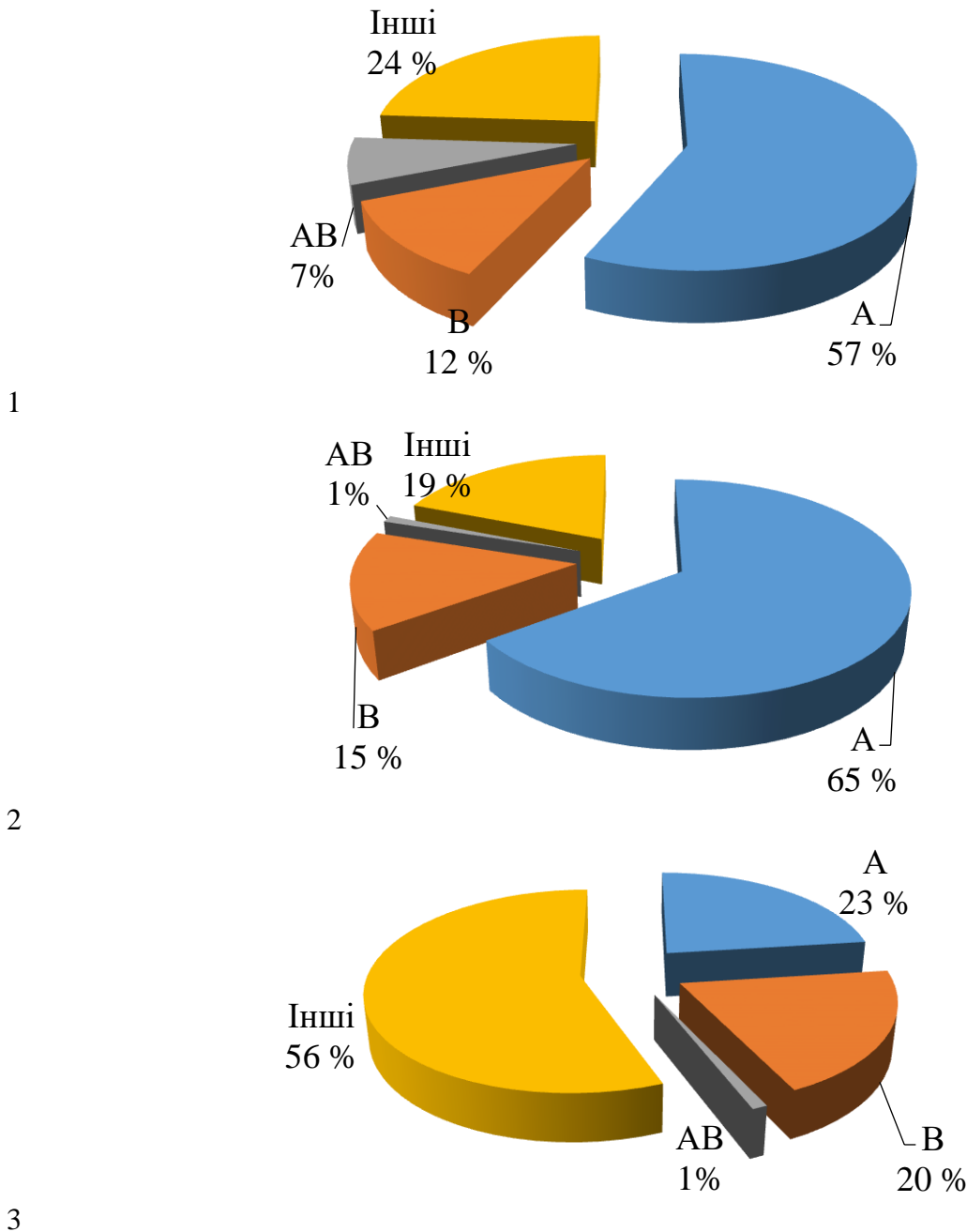


2

Вплив чинників і їх взаємодія на сумарну довжину пагонів груші залежно від від сорту та удобрення в різні вікові періоди росту та плодоношення:

А – сорт; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (2010-2012 рр.); 2 – період плодоношення і росту (2013-2019 рр.).

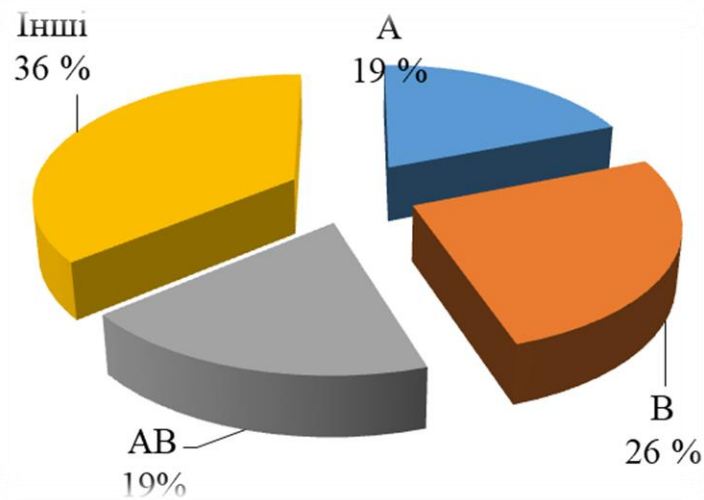
Додаток В.4



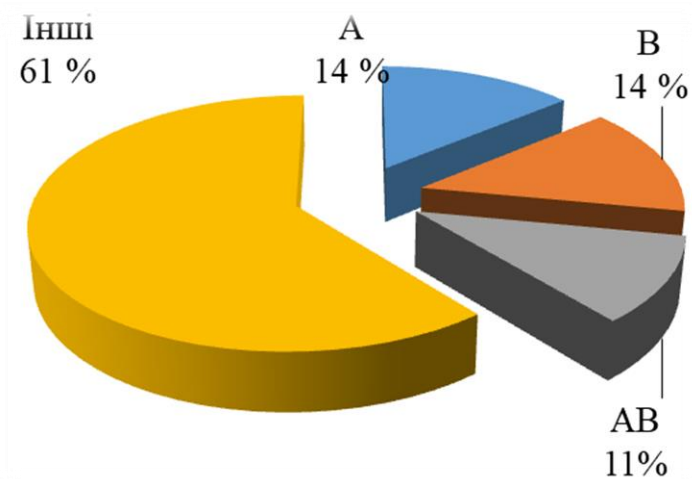
Вплив чинників і їх взаємодія на площу листкової поверхні дерев сорту Айдаред залежно від підщеп та систем удобрення за повторної культури в різні вікові періоди росту та плодоношення:

А – підщепа; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (1990-1996 рр.); 2 – період плодоношення і росту (1997-2003 рр.); 3 – період плодоношення (2007-2016 рр.).

Додаток В.5



1

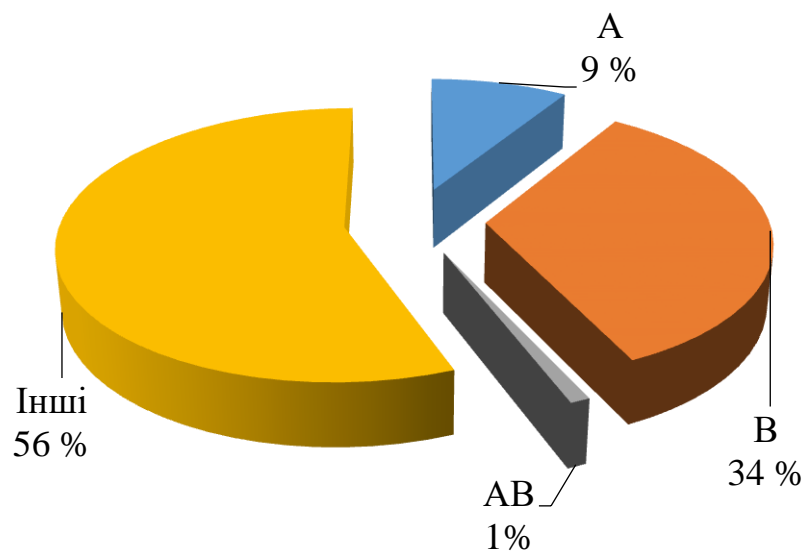


2

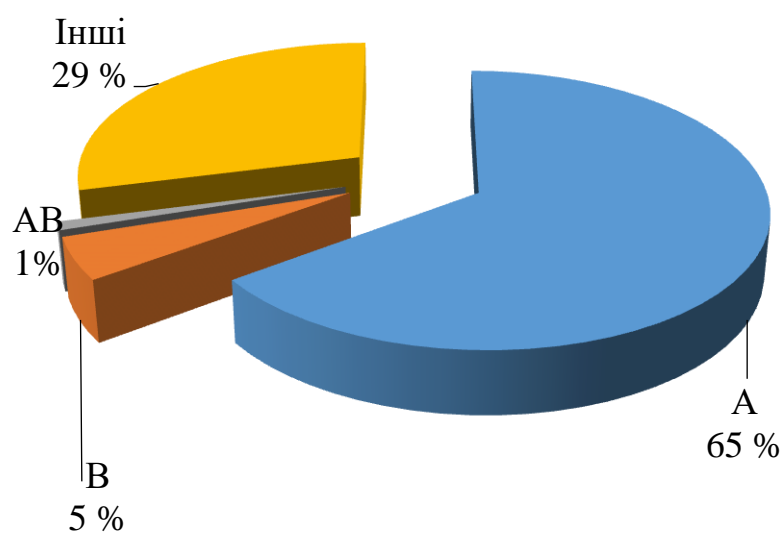
Вплив чинників і їх взаємодія на площу листкової поверхні дерев груші залежно від сорту та удобрення в різні вікові періоди росту та плодоношення:

А – сорт; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (2010-2012 рр.); 2 – період плодоношення і росту (2013-2017 рр.).

Додаток В.6



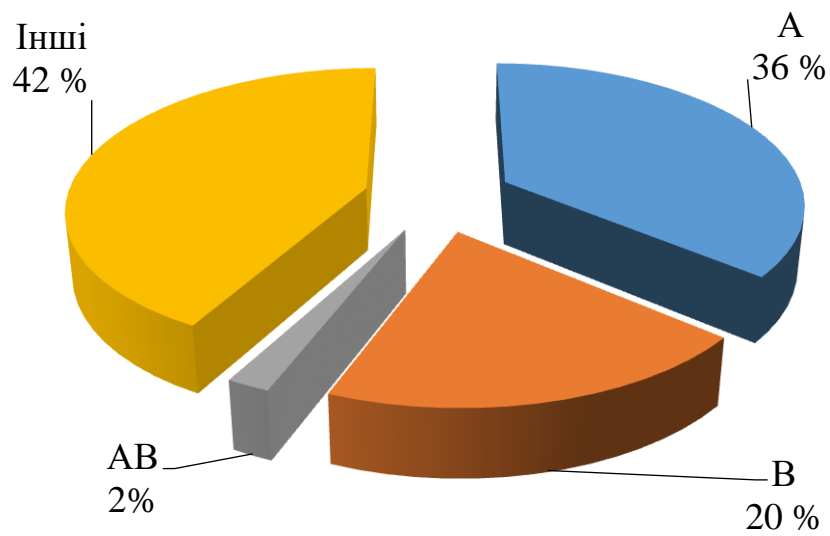
1



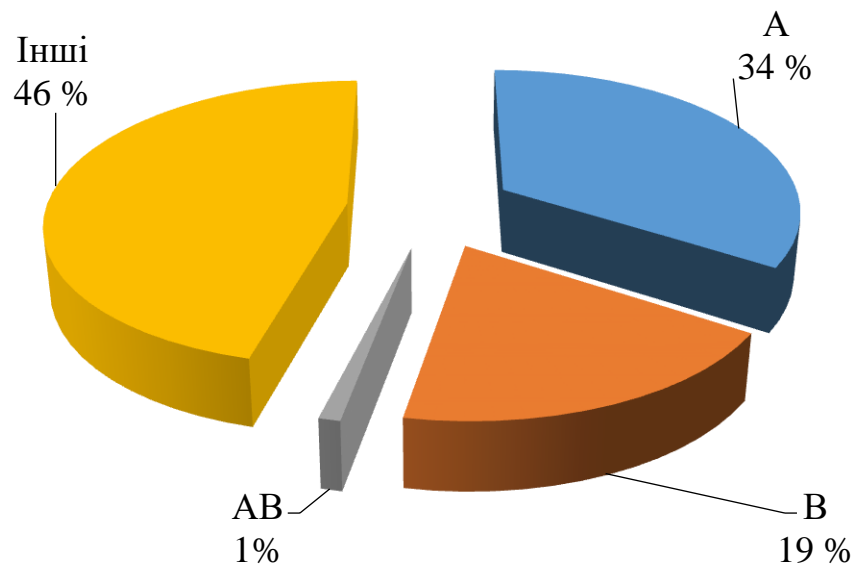
2

Вплив чинників і їх взаємодія на площу листкової поверхні дерев груші залежно від сорту та удобрення в різні вікові періоди росту та плодоношення:
 А – сорт; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (2011р.); 2 – період плодоношення і росту (2017 р).

Додаток В.7



1

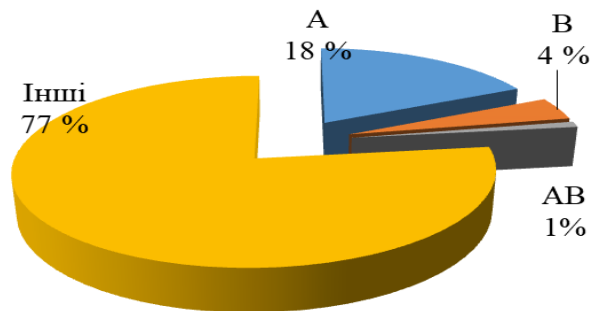


2

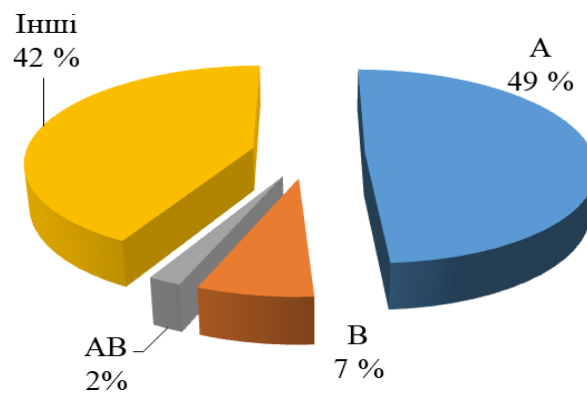
Вплив чинників і їх взаємодія на освоєння деревами груші площі живлення (1) та площі проекції крони (2) залежно від сорту та удобрення в різні вікові періоди плодоношення і росту:

А – сорт; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (2011р.); 2 – період плодоношення і росту (2017 р).

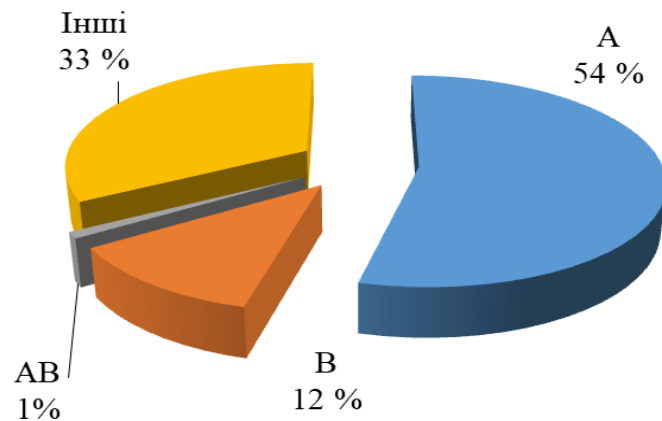
Додаток В.8



1



2



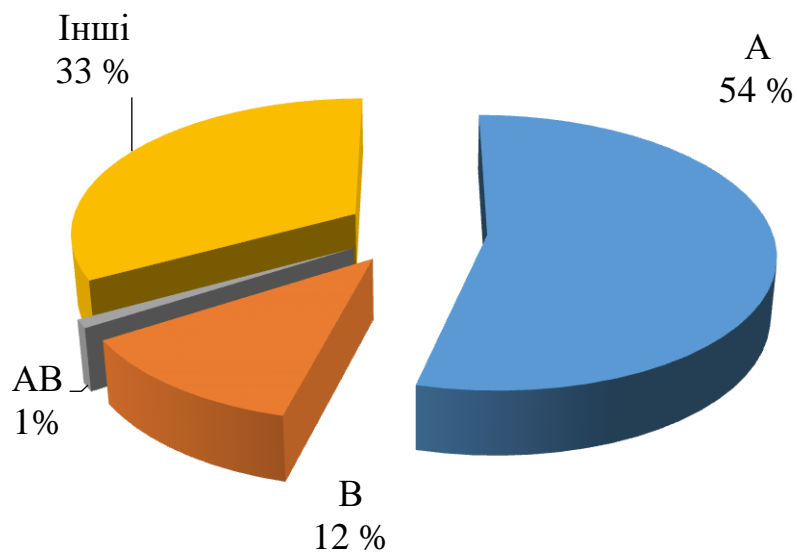
3

Вплив чинників і їх взаємодія на об'єм крони дерев сорту Айдаред залежно від підщеп та систем удобрення за повторної культури в різні вікові періоди росту та

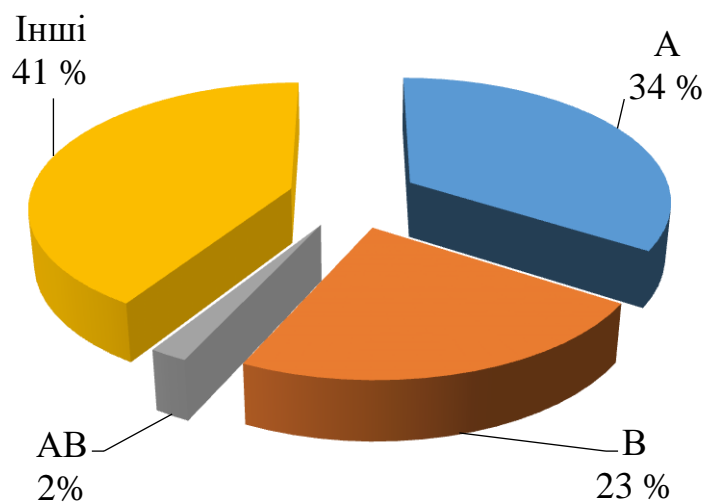
плодоношення:

А – підщепа; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (1996 рр.); 2 – період плодоношення і росту (2003 рр.); 3 – період плодоношення (2016 рр.).

Додаток В.9



1

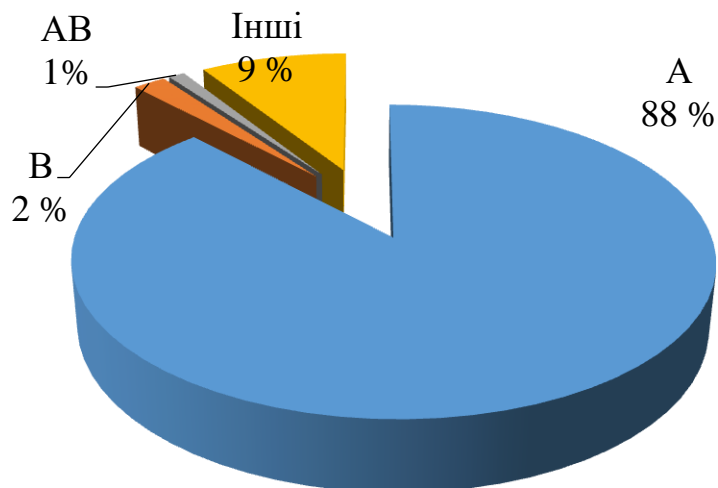


2

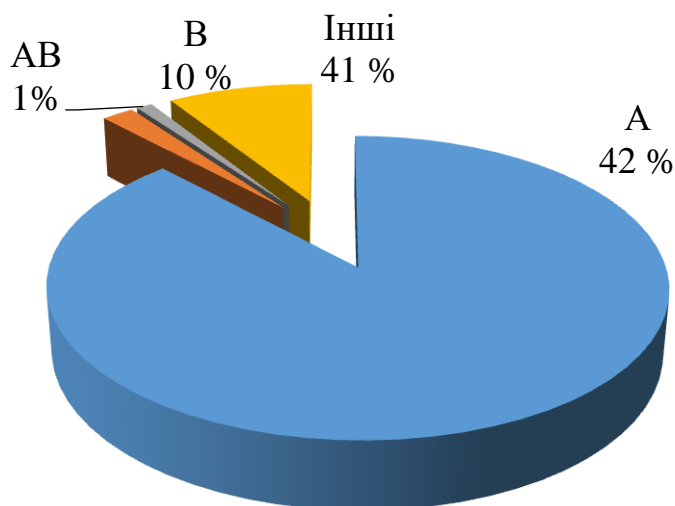
Вплив чинників і їх взаємодія на об'єм крони дерев груші залежно від сорту та
удобрення в різні вікові періоди росту та плодоношення:

А – сорт; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення
(2011р.); 2 – період плодоношення і росту (2017 р).

Додаток Д.1



1

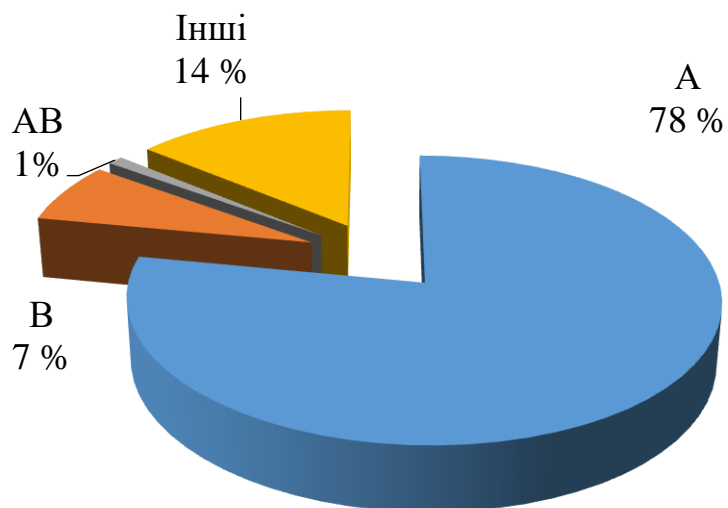


2

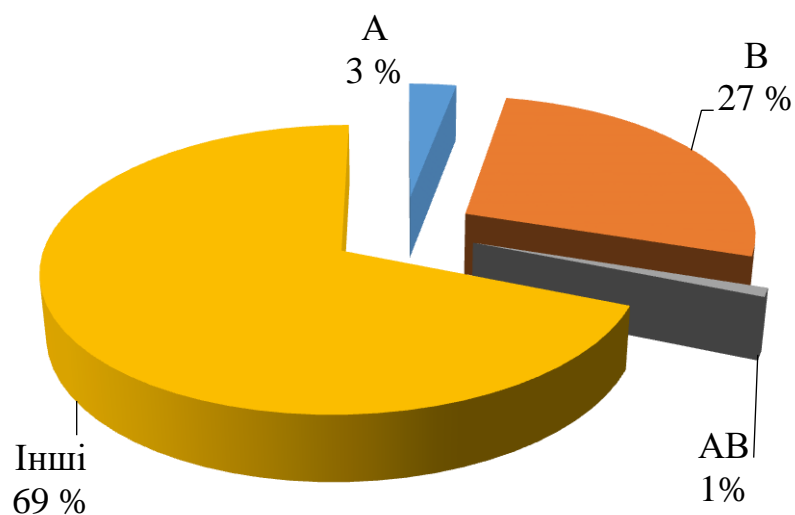
Вплив чинників і їх взаємодія на кількість квіток на деревах груші залежно від сорту та удобрення в різні вікові періоди росту та плодоношення:

A – сорт; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (2010-2012 рр.); 2 – період плодоношення і росту (2013-2019 рр).

Додаток Д.2



1



2

Вплив чинників і їх взаємодія на навантаження дерев груші плодами залежно від сорту та удобрення в різні вікові періоди росту та плодоношення:

А – сорт; В – удобрення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (2010-2012 рр.); 2 – період плодоношення і росту (2013-2019 рр).

Додаток Е.1

Сумарний врожай дослідних дерев яблуні залежно від тривалого удобрення за повторної культури, т/га

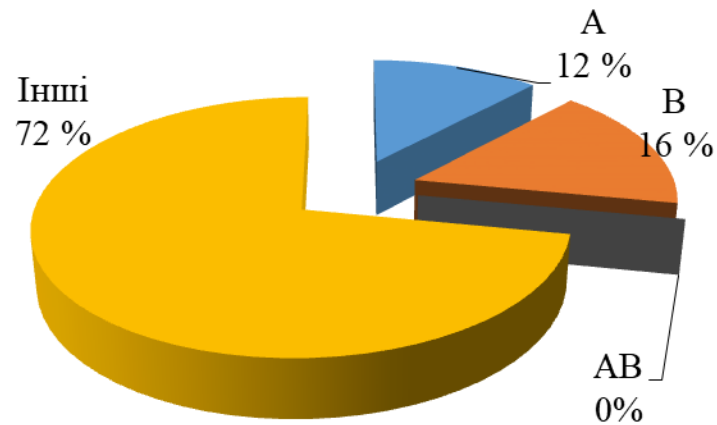
Варіант удобрення	Сортопідщепні комінації		
	Кальвіль сніговий на насіннєвій підщепі	Айдаред на насіннєвій підщепі	Айдаред на вегетативній М4 підщепі
Без удобрення (контроль)	315	375	361
Гній 40 т/га	425	479	449
20 т/га гною + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	400	451	423
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	370	432	407

Додаток Е.2

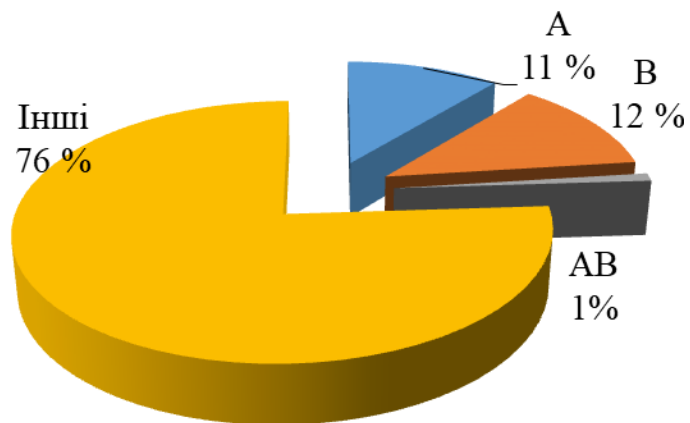
Сумарний врожай дослідних дерев груші залежно від сорту та удобрення, т/га

Варіант удобрення	Сорти	
	Конференція	Основ'янська
Без удобрення (контроль);	96,5	108,1
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	121,1	140,8
Розраховані норми добрив (фон)	118,5	137,3
Фон + N ₃₀	122,6	147,9
Фон + N ₃₀ K ₃₀	126,1	146,8
Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	121,3	146,1

Додаток Е.3



1



2

Вплив чинників і їх взаємодія на врожайність дерев груші плодами сорту
 Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого
 підживлення в різні вікові періоди росту та плодоношення:

А – удобрення; В – підживлення; АВ – взаємодія; 1 – період росту і
 плодоношення (2010-2012 рр.); 2 – період плодоношення і росту (2013-2018 рр).

Додаток Ж.1

Економічна ефективність вирощування яблук сорту Айдаред залежно від підщеп та удобрення

Віковий період	Підщепа	Варіанти удобрення	Урожайність, т/га	Середня ціна реалізації 1 т, грн.	Вартість продукції, грн.	Сума виробничих витрат, грн.	Собівартість 1 т, грн.	Умовна сума чистого доходу, грн.	Розрахунковий рівень рентабельності, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
росту і плодonoшення (1990-1996 рр.)	насінева	Без удобрення (контроль)	4,80	2589,30	12428,64	12510,10	2606,27	-81,46	-0,7
		Гній 40 т/га	6,40	2612,30	16718,72	12970,50	2026,64	3748,22	28,9
		Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,70	2597,00	14802,90	13970,20	2450,91	832,70	6,0
		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	6,10	2590,90	15804,49	13427,40	2201,21	2377,09	17,7
плодonoшення і росту (1997-2003 рр.)		Без удобрення (контроль)	14,80	2069,90	30634,52	18580,20	1255,42	12054,32	64,9
		Гній 40 т/га	19,50	2097,60	40903,20	20021,50	1026,74	20881,70	104,3
		Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,70	2103,20	39329,84	19890,00	1063,64	19439,84	97,7
		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	16,20	2108,40	34156,08	19600,50	1209,91	14555,58	74,3
плодonoшення (2007-2016 рр.)		Без удобрення (контроль)	18,30	5800,40	106147,32	43380,50	2370,52	62766,82	144,7
		Гній 40 т/га	22,90	5790,00	132591,00	44572,70	1946,41	88018,30	197,5
		Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,40	5910,50	126484,70	45220,40	2113,10	81264,30	179,7
		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	19,80	5895,30	116726,94	44130,40	2228,81	72596,54	164,5

Продовження додатка Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
росту і плодоношення (1990-1996 рр.)	Вегетативна М.4	Без удобрення (контроль)	4,40	2591,50	11402,60	12250,60	2784,23	-848,00	-6,9
		Гній 40 т/га	5,30	2604,20	13802,26	12620,80	2381,28	1181,46	9,4
		Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,00	2599,10	12995,50	12771,90	2554,38	223,60	1,8
		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,40	2595,20	14014,08	13005,70	2408,46	1008,38	7,8
плодоношення і росту (1997-2003 рр.)		Без удобрення (контроль)	13,90	2071,30	28791,07	18113,70	1303,14	10677,37	58,9
		Гній 40 т/га	18,00	2108,50	37953,00	19680,90	1093,38	18272,10	92,8
		Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,80	2137,00	38038,60	19240,70	1080,94	18797,90	97,7
		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	15,70	2115,90	33219,63	19200,10	1222,94	14019,53	73,0
плодоношення (2007-2016 рр.)		Без удобрення (контроль)	17,90	5827,70	104315,83	42856,40	2394,21	61459,43	143,4
		Гній 40 т/га	21,70	5865,00	127270,50	44111,50	2032,79	83159,00	188,5
		Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20,00	5945,80	118916,00	44830,70	2241,54	74085,30	165,3
		N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	18,90	5950,80	112470,12	43830,50	2319,07	68639,62	156,6

Додаток Ж.2

Економічна ефективність вирощування яблук сорту Кальвіль сніговий залежно від удобрення

Віковий період	Варіанти удобрення	Урожайність, т/га	Середня ціна реалізації 1 т, грн.	Вартість продукції, грн.	Сума виробничих витрат, грн.	Собівартість 1 т, грн.	Умовна сума чистого доходу, грн.	Розрахунковий рівень рентабельності, %
росту і плодоношення (1990-1996 рр.)	Без удобрення (контроль)	3,50	2545,10	8907,85	11490,70	3283,06	-2582,85	-22,5
	Гній 40 т/га	4,80	2530,50	12146,40	11890,50	2477,19	255,90	2,2
	Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,50	2504,30	11269,35	11722,00	2604,89	-452,65	-3,9
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,70	2505,00	11773,50	11680,50	2485,21	93,00	0,8
плодоношення і росту (1997-2003 рр.)	Без удобрення (контроль)	12,50	2139,50	26743,75	17530,60	1402,45	9213,15	52,6
	Гній 40 т/га	17,40	2105,70	36639,18	19055,10	1095,12	17584,08	92,3
	Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	16,80	2178,10	36592,08	18680,50	1111,93	17911,58	95,9
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	15,10	2113,80	31918,38	18510,00	1225,83	13408,38	72,4
плодоношення (2007-2016 рр.)	Без удобрення (контроль)	15,60	4819,00	75176,40	42169,40	2703,17	33007,00	78,3
	Гній 40 т/га	20,70	4877,40	100962,18	43480,40	2100,50	57481,78	132,2
	Гній 20 т/га +N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,30	4885,50	94290,15	43266,70	2241,80	51023,45	117,9
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	17,50	4830,70	84537,25	43159,80	2466,27	41377,45	95,9

Додаток Ж.3

Економічна ефективність вирощування груш сорту Конференція залежно від оптимізованого удобрення

Віковий період	Варіанти удобрення	Урожайність, т/га	Середня ціна реалізації 1 т, грн.	Вартість продукції, грн.	Сума виробничих витрат, грн.	Собівартість 1 т, грн.	Умовна сума чистого доходу, грн.	Розрахунковий рівень рентабельності, %
росту і плодоношення (2010-2012 рр.)	Без удобрення (контроль)	3,80	9730,00	36974,00	20420,00	5373,68	16554,00	81,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	4,60	9745,00	44827,00	21115,00	4590,22	23712,00	112,3
	Розраховані норми добрив (фон)	5,00	9810,00	49050,00	20725,00	4145,00	28325,00	136,7
	Фон + N ₃₀	4,90	9875,00	48387,50	20830,00	4251,02	27557,50	132,3
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	5,40	9870,00	53298,00	20980,00	3885,19	32318,00	154,0
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,90	9771,00	47877,90	21025,00	4290,82	26852,90	127,7
плодоношення і росту (2013-2019 рр.)	Без удобрення (контроль)	12,10	16340,00	197714,00	75377,00	6229,50	122337,00	162,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	15,30	16342,00	250032,60	78390,00	5123,53	171642,60	219,0
	Розраховані норми добрив (фон)	14,80	16370,00	242276,00	76875,00	5194,26	165401,00	215,2
	Фон + N ₃₀	15,40	16354,00	251851,60	77044,00	5002,86	174807,60	226,9
	Фон + N ₃₀ K ₃₀	15,70	16385,00	257244,50	77486,00	4935,41	179758,50	232,0
	Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	15,20	16380,00	248976,00	77680,00	5110,53	171296,00	220,5

Додаток Ж.4

Економічна ефективність вирощування груш сорту Золотоворітська залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення

Ґрунтове удобрення	Позакореневе удобрення	Урожайність, т/га	Середня ціна реалізації 1 т, грн.	Вартість продукції, грн.	Сума виробничих витрат, грн.	Собівартість 1 т, грн.	Умовна сума чистого доходу, грн.	Розрахунковий рівень рентабельності, %
2010-2012 рр.								
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	2,40	9830,00	23592,00	19578,00	8157,50	4014,00	20,5
	Карбамід 0,5 %	2,80	9835,00	27538,00	19830,00	7082,14	7708,00	38,9
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	3,00	9910,00	29730,00	20169,00	6723,00	9561,00	47,4
Розрахована норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	2,90	9895,00	28695,50	19950,00	6879,31	8745,50	43,8
	Карбамід 0,5 %	3,10	9964,00	30888,40	20268,00	6538,06	10620,40	52,4
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	3,50	9979,00	34926,50	20640,00	5897,14	14286,50	69,2
2010-2012 рр.								
Без удобрення (контроль)	Вода (контроль)	13,50	17451,00	235588,50	80854,00	5989,19	154734,50	191,4
	Карбамід 0,5 %	15,10	17588,00	265578,80	80439,00	5327,09	185139,80	230,2
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	15,40	17573,00	270624,20	80940,00	5255,84	189684,20	234,4
Розрахована норма добрив (NPK)	Вода (контроль)	15,10	17630,00	266213,00	80360,00	5321,85	185853,00	231,3
	Карбамід 0,5 %	16,50	17780,00	293370,00	80840,00	4899,39	212530,00	262,9
	Карбамід 0,5 % + РЕАКОМ СР-СО 0,3 %	18,10	17820,00	322542,00	81347,00	4494,31	241195,00	296,5

Додаток 3.1

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
 Ректор Уманського національного
 університету садівництва
 Непочатенко О.О.
 “ 8 ” 09 2021 р.

АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні яблуні навчально-виробничого відділу Уманського НУС

1. **Вид впровадження** – застосування систем удобрення в насадженні яблуні сортів Айдаред і Кальвіль сніговий.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень яблуні на площі 5 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення в сильнорослих і середньорослих насадженнях.
4. **Економічний ефект:** застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло додатковому отриманню прибутку 21,7-30,2 тис. грн./га та підвищенню рентабельності на 35-52 % у цінах 2016 року.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за економічно та екологічно ефективною системою удобрення.

Уманський національний
 університет садівництва

Відповідальний за впровадження
 доцент кафедри плодівництва і
 виноградарства Уманського НУС
 Яковенко Р.В.

« 8 » 09 2021 р.

Навчально-виробничий відділ
 Уманського НУС

Завідувач навчально-виробничого
 відділу Уманського НУС

Длугоборський Р.В.
 « 8 » 09 2021 р.

Додаток 3.2



АКТ
впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Даним актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: "Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту", виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насаджені груші ТОВ «Сіріус-агро».

1. **Вид впровадження** – агротехнічні заходи з оптимізації родючості ґрунту, за рахунок внесення розрахункових норм мінеральних добрив, та їх вплив на продуктивність груші сортів Етюд і Конференція.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – розробка системи удобрення насадження груші на основі оптимізації родючості ґрунту на площі 5 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – Для підвищення ріст і плодоношення дерев груші на вегетативній підщепі за оптимізації родючості ґрунту за рахунок внесення розрахункових норм мінеральних добрив.
4. **Економічний ефект.** Застосування системи удобрення за рахунок внесення розрахункових норм мінеральних добрив на основі розробленої автором методики забезпечувало підвищення врожайності незрошеного насадження груші сорту Етюд до 22,1 т/га та отримання додаткового прибутку до 61,4 тис. грн./га за рівня рентабельності 152,7 %; Конференція до 20,7 т/га та отримання додаткового прибутку до 47,0 тис. грн./га за рівня рентабельності 131,8 % у цінах 2016 року.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів груші за оптимізації родючості ґрунту.

Уманський національний університет
садівництва

ТОВ «Сіріус-Агро»

Відповідальний за впровадження
доцент кафедри плодівництва
і виноградарства
Уманського НУС

Головний агроном Гаркавенко М.А.

Яковенко Р.В.
"06" 01 2020 р.

"06" 01 2020 р.

Додаток 3.3

“ПОГОДЖЕНО”
Ректор
університету садівництва
Непочатенко О.О.
“08” 01 2020 р.

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
Директор ТОВ «Софт Торг»
Таранік Т.В.
“08” січня 2020 р.

АКТ
впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Даним актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроєкологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконані в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насаджені яблуні ТОВ «Софт торг».

- 1. Вид впровадження** – застосування систем удобрення яблуні в насадженні яблуні сортів Айдаред і Голден Делішес.
- 2. Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насадження яблуні на площі 10 га.
- 3. Новизна результатів науково-дослідної роботи.** Для забезпечення високої продуктивності дерев і відповідної якості плодів яблуні доцільно застосувати органічну та органо-мінеральну системи удобрення.
- 4. Економічний ефект від внесення добрив.** Застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення забезпечувало підвищення врожайності незрошуваного насадження яблуні сорту Айдаред, відповідно, до 25,6 і 23,8 т/га та отримання додаткового прибутку до 35,3 і 33,1 тис. грн./ га за рівня рентабельності 145,5 і 132,3 %; Голден Делішес до 27,5 і 26,8 т/га та отримання додаткового прибутку до 38,0 і 36,5 тис. грн./га за рівня рентабельності 154,0 і 148,4 % у цінах 2019 року.
- 5. Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за економічно та екологічно ефективною системою удобрення.

Уманський національний університет
садівництва

ТОВ «Софт Торг»

Відповідальний за впровадження
доцент кафедри плодівництва
і виноградарства

Уманського НУС
Яковенко Р.В.

“08” 01 2020 р.

Головний агроном Головатюк Т.В.

“ 8 ” січня 2020 р.

(Signature)

Додаток 3.4

“ПОГОДЖЕНО”
 Ректор
 Уманського національного
 університету садівництва
 Непочатенко О.О.
 “ 27 ” 2021 р.

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
 В.о. директор Дослідної станції
 помології ім. Л.П. Симиренка
 ІС НААН України
 Фільов В.В.
 “ 27 ” 2021 р.

АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроєкологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні груші Дослідної станції помології ім.Л.П.Симиренка ІС НААН.

1. **Вид впровадження** –агротехнічні заходи з ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення та їх вплив на продуктивність колекційних насаджень груші.
2. **Характеристика масштабів впровадження** –удобрення колекційних насадженьгруші Дослідної станції помології ім. Л.П.Симиренка ІС НААН на площі 2 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи**– оптимізація мінерального живлення груші внесенням агрохімічного визначення фактичного вмісту в ґрунті макроелементів для доведення його до оптимального та позакореневого підживлення вегетуючих дерев мікродобривами.
4. **Економічний ефект** від такого комплексного застосування добрив у насадженні груші – 41320-52180 грн/га у цінах 2020 року.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів груші використанням розробленої системи удобрення, що дозволяє економити затрати коштів і праці.

Уманський національний університет
 садівництва

Відповідальний за впровадження
 доцент кафедри плодівництва і
 виноградарства Уманського НУС
 Р.В. Яковенко
 « 22 » 07 2021 р.

Дослідна станція помології
 ім. Л.П. Симиренка ІС НААН
 України

Заступник директора з виробництва
 О.В. Грицай
 « 22 » 07 2021 р.

Додаток 3.5

“ПОГОДЖЕНО”

Ректор
Уманського національного
університету садівництва
Непочатенко О.О.
“ 3 ” 2021 р.



“ЗАТВЕРДЖЕНО”

Голова ФГ «Червона калина - С»

Стецюк Н.О.
2021 р.



АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні яблуні ФГ «Червона калина - С»

- 1. Вид впровадження** – застосування систем удобрення в насадженні яблуні сортів Айдаред, Чемпіон, Флоріна та Ренет Симиренко.
- 2. Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень яблуні на площі 20 га.
- 3. Новизна результатів науково-дослідної роботи** – застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення в середньорослих насадженнях.
- 4. Економічний ефект:** застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло додатковому отриманню прибутку 58,3-65,5 тис. грн./га та підвищенню рентабельності на 41-54 %.
- 5. Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за економічно та екологічно ефективною системою удобрення.

Уманський національний
університет садівництва

Відповідальний за впровадження
доцент кафедри плодівництва
і виноградарства Уманського НУС
Яковенко Р.В.
« 2 » 09 2021 р.

ФГ «Червона калина - С»

Агроном-садовод



Гнатенко В.Д.
2021 р.

Додаток 3.6

“ПОГОДЖЕНО”
 Ректор
 Уманського національного
 університету садівництва
 Непочатенко О.О.
 “12” 07 2021 р.

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
 Голова ФГ «Вікторія»
 Сліпенко В.М.
 “8” 07 2021 р.

АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні груші ФГ «Вікторія».

1. **Вид впровадження** – агротехнічні заходи з ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення та їх вплив на продуктивність груші сорту Конференція, Вижниця, Ноябрська та Яблунівська.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень груші на площі 8 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – оптимізація мінерального живлення насаджень груші внесенням добрив на основі даних агрохімічного визначеного фактичного вмісту в ґрунті макроелементів для доведення його до оптимального рівня та позакореневого підживлення вегетуючих дерев азотом і мікродобривами.
4. **Економічний ефект:** комплексне застосування добрив у насадженні груші сприяло додатковому отриманню прибутку 74,292,7 тис.грн/га та підвищенню рентабельності на 7582 %.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів груші за використання розробленої автором економічно ефективною системи удобрення.

Уманський національний університет
 садівництва

ФГ «Вікторія»

Відповідальний за впровадження
 доцент кафедри плодівництва
 і виноградарства
 Уманського НУС
 Яковенко Р.В.
 “8” 07 2021 р.

Заступник голови Сліпенко В.В.

“8” 07 2021 р.



Додаток 3.7

“ПОГОДЖЕНО”
 Ректор
 Уманського національного
 університету садівництва
 Непочаєнко О.О.
 “ 13 ” 2021 р.



“ЗАТВЕРДЖЕНО”
 Голова ФГ «Гарна справа»
 Дулін Є.Л.
 “ 13 ” 2021 р.



АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні яблуні ФГ «Гарна справа»

1. **Вид впровадження** – застосування систем удобрення в насадженні яблуні сортів Чемпіон, Голден Делішес і Гала.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень яблуні на площі 9 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення в середньорослих насадженнях.
4. **Економічний ефект:** застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло додатковому отриманню прибутку 62,5-75,7 тис. грн./га та підвищенню рентабельності на 44-58 %.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за економічно та екологічно ефективною системою удобрення.

Уманський національний
 університет садівництва

Відповідальний за впровадження
 доцент кафедри плодівництва і
 виноградарства Уманського НУС
 Яковенко Р.В.

« 11 » 10 2021 р.

ФГ «Гарна справа»

Головний агроном

Бардик В.В.

« 13 » 10 2021 р.

Додаток 3.8

“ПОГОДЖЕНО”
Ректор
Уманського національного
університету садівництва
Непочатенко О.О.
“ 2 ” 2021 р.



“ЗАТВЕРДЖЕНО”
Голова ФГ «РІА»
Галета А.М.
“ 09 ” 2021 р.



АКТ


впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні яблуні ФГ «РІА»

1. **Вид впровадження** – застосування систем удобрення в насадженні яблуні сортів Айдаред, Мутсу та Ренет Симиренка.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень яблуні на площі 9 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення в середньорослих насадженнях.
4. **Економічний ефект:** застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло додатковому отриманню прибутку 69,2-77,4 тис. грн./га та підвищенню рентабельності на 57-65 %.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за економічно та екологічно ефективною системою удобрення.

Уманський національний
університет садівництва

Відповідальний за впровадження
доцент кафедри плодівництва
і виноградарства Уманського НУС
Яковенко Р.В.
“ 2 ” 2021 р.



ФГ «РІА»

Голова

Галета А.М.
“ 09 ” 2021 р.



Додаток 3.9

«ПОГОДЖЕНО»

Ректор

Уманського національного
університету садівництва

Непочатенко О.О.

« 10 » 2021 р.



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Директор

ТОВ «САД-ЛОГІСТИК»

Паламарчук Х.І.

2021 р.



АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою : «Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні яблуні ТОВ «Сад-Логістик»

1. **Вид впровадження** – застосування систем удобрення в насадженні яблуні сортів Чемпіон, Пінова та Ренет Симиренка.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень яблуні на площі 15 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення в середньорослих насадженнях.
4. **Економічний ефект** : застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло додатковому отриманню прибутку 67,1-79,4 тис грн./га та підвищенню рентабельності на 49-59%.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів яблуні за економічно та екологічно ефективною системою удобрення.

Уманський нац. університет садівництва

Відповідальний за впровадження

доцент кафедри плодівництва

і виноградарства Уманського НУС

Яковенко Р.В.

« 8 » 09 2021 р.

ТОВ «САД-ЛОГІСТИК»

Головний агроном

Барановський А.М.

« 8 » 09 2021 р.

Додаток 3.10

“ПОГОДЖЕНО”

Ректор

Уманського національного
університету садівництва

Непочатенко О.О.

“ 5 ” 2021 р.



“ЗАТВЕРДЖЕНО”

Голова ФГ «Макосад»

Макаренко Л.Ю.

2021 р.



АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні груші ФГ «Макосад».

1. **Вид впровадження** – агротехнічні заходи з ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення та їх вплив на продуктивність груші сортів Ноябрська та Яблунівська.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насаджень груші на площі 10 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – оптимізація мінерального живлення насаджень груші внесенням добрив на основі даних агрохімічного визначеного фактичного вмісту в ґрунті макроелементів для доведення його до оптимального рівня та позакореневого підживлення вегетуючих дерев азотом і мікродобривами.
4. **Економічний ефект:** комплексне застосування добрив у насадженні груші сприяло додатковому отриманню прибутку 88,5-92,7 тис.грн/га та підвищенню рентабельності на 95-112 %.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів груші за використання розробленої автором економічно ефективної системи удобрення.

Уманський національний
університет садівництваВідповідальний за впровадження
доцент кафедри плодівництва
і виноградарства Уманського НУС
Яковенко Р.В.

« 1 » 10 2021 р.

ФГ «Макосад»

Головний агроном

Макаренко Д.Л.

« 1 » 10 2021 р.

Додаток 3.11

“ПОГОДЖЕНО”

Ректор
Уманського національного
університету садівництва
Непочатенко О.О.
“ 17 ” 2021 р.



“ЗАТВЕРДЖЕНО”

Директор ТОВ «Підгур'ївське»
Бушилов Д.І.
2021 р.



АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Цим актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи Яковенка Р.В. за темою: “Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в насадженні груші ТОВ «Підгур'ївське»

1. **Вид впровадження** – агротехнічні заходи з ґрунтового удобрення і позакореневого підживлення та їх вплив на продуктивність груші сорту Основ'янська.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – удобрення насадження груші на площі 1 га.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – оптимізація мінерального живлення груші внесенням добрив на основі даних агрохімічного визначеного фактичного вмісту в ґрунті макроелементів для доведення його до оптимального рівня та позакореневого підживлення вегетуючих дерев азотом і мікродобривами.
4. **Економічний ефект:** комплексне застосування добрив у насадженні груші сприяло додатковому отриманню прибутку 89,5 тис. грн./га та підвищенню рентабельності на 87 %.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – підвищення продуктивності та якості плодів груші за використання розробленої автором економічно ефективною системи удобрення.

Уманський національний
університет садівництва

Відповідальний за впровадження
доцент кафедри плодівництва і
виноградарства Уманського НУС
Яковенко Р.В.

« 15 » 09 2021 р.

ТОВ «Підгур'ївське»

Головний агроном

Бушилов В.Д.

« 15 » 09 2021 р.



Додаток 3.12

**АСОЦІАЦІЯ «УКРСАДПРОМ»**

01001, Київ-1, а/с 65

п/р № UA 66305299000026004006805855 в АТ КБ "ПРИВАТБАНК,

МФО 305299, ідентифікаційний код 40375245

E-mail: info@ukrsadprom.org, web-сайт: www.ukrsadprom.org

06 серпня 2021 року № 118-08/21

Довідка

Асоціація «УКРСАДПРОМ», це об'єднання садоводів, виробників продукції з плодів та ягід, виробників та постачальників садивного матеріалу, обладнання, сировини, інших матеріалів і послуг для здійснення садівництва і виробництва продукції з плодів та ягід, інших господарських та громадських об'єднань в галузі садівництва та переробки плодово-ягідної сировини.

Уманський національний університет садівництва з 2016 року є членом Асоціації «УКРСАДПРОМ» і приймає активну участь в роботі провідної садівничої спільноти України.

Дана довідка видана доценту Уманського національного університету садівництва, кандидату сільськогосподарських наук Яковенко Роману Володимировичу, який веде в садівничих регіонах України активну роботу по поширенню науково-технічної інформації в галузі садівництва, зокрема з удобрення посаджень яблуні та груші. Ним надається практична дорадча допомога садівничим господарствам, членам Асоціації «УКРСАДПРОМ».

Голова Асоціації «Укрсадпром»
кандидат с.-г. наук



О.Г. Матвієць

Додаток 3.13



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

вул. Інститутська, 1 м. Умань, Черкаська обл., 20305
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

«01» 06.2021 № 01-10/454

На № _____ від _____

Про впровадження результатів
науково-дослідної
роботи у навчальний процес

Довідка

Видана доценту кафедри плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва Яковенку Р.В. в тому, що результати його дисертаційної роботи за темою «Агроекологічні основи підвищення продуктивності яблуні і груші за оптимізації родючості ґрунту» впроваджено в навчальний процес курсів «Плодівництво», «Спеціальне плодівництво», «Прогресивні технології в СОВ» для студентів із спеціальностей 203 Садівництво та виноградарство та 201 Агрономія.

Перший проректор

Завідувач навчального відділу



[Handwritten signature]
[Handwritten signature]

І.І. Мостов'як

Н.А. Іванова

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

01-10/0234

Додаток 3.14



(19) **UA**(11) **127672**(51) МПК (2018.01)
A01G 7/06 (2006.01)
C05C 9/00(21) Номер заявки: **u 2018 04752**(22) Дата подання заявки: **27.04.2018**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: **10.08.2018**(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: **10.08.2018,**
Бюл. № 15(72) Винахідники:
Яковенко Роман
Володимирович, UA,
Заморський Володимир
Васильович, UA(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань,
Черкаська обл., 20305, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ПРИСКОРЕННЯ МОРФОГЕНЕЗУ ПЛОДОВИХ УТВОРЕНЬ ГРУШІ ЗА РАХУНОК ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб прискорення морфогенезу плодкових утворень груші за рахунок позакореневого підживлення, який полягає у тому, що насадження груші обробляють позакореневим способом комплексом мінеральних елементів, який **відрізняється** тим, що використовують азотне добриво карбамід і препарат РЕАКОМ CP-CO в регламентовані періоди вегетації насаджень груші.

Додаток 3.15



(11) 139762

(19) UA

(51) МПК (2020.01)
A01C 21/00
C05C 5/00

(21) Номер заявки: u 2019 03542

(22) Дата подання заявки: 08.04.2019

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: 27.01.2020(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: 27.01.2020,
Бюл. № 2(72) Винахідники:
Копитко Петро Григорович,
UA,
Яковенко Роман
Володимирович, UA,
Петришина Ірина Петрівна,
UA(73) Власник:
УМАНСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, м. Умань,
Черкаська обл., 20305, UA

(54) Назва корисної моделі:

**СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ АЗОТНОГО ДОБРИВА ДЛЯ ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ
ЯБЛУНІ І ГРУШІ**

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб визначення норм азотного добрива для оптимізованого удобрення яблуні і груші, який відрізняється тим, що за різницею між попередньо виявленим і оптимальним вмістом нітратного азоту (N-NO₃), який визначається агрохімічним аналізом оцінювання нітрифікаційної здатності ґрунту в кореневмісному шарі 0-40 см, із урахуванням необхідної кількості азоту на створення запланованого врожаю плодів розраховується сезонна норма азотного добрива для досягнення оптимального рівня N-NO₃ в ґрунті та забезпечення достатнього живлення азотом плодівих дерев.



(11) 148353		(51) МПК (2021.01) A01C 21/00 C05C 5/00
(19) UA		
(21) Номер заявки:	u 2021 01514	(72) Винахідники: Копитко Петро Григорович, UA, Яковенко Роман Володимирович, UA
(22) Дата подання заявки:	23.03.2021	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	29.07.2021	(73) Володівець: УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA
(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня:	28.07.2021, Бюл. № 30	
(54) Назва корисної моделі:		
СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХОВУВАНИХ ДОЗ ФОСФОРНИХ І КАЛІЙНИХ ДОБРИВ ДЛЯ УДОБРЕННЯ ЯБЛУНІ ТА ГРУШІ		
(57) Формула корисної моделі:		
Спосіб визначення розраховуваних доз фосфорних і калійних добрив для удобрення яблуні та груші в сучасних інтенсивних насадженнях на карликових і середньорослих вегетативних підщепах, який відрізняється тим, що дози добрив розраховують, перемножуючи кількість міліграмів P_2O_5 чи K_2O , якої не вистачає до оптимального вмісту їх у шарі 0-40 см, на дози добрив, необхідні для підвищення вмісту цих рухомих сполук і форм фосфору та калію на один міліграм у кілограмі ґрунту, причому дози фосфорних і калійних добрив розраховують для передсадивного та періодичного (раз в 3-5 років) їх унесення в уже вирощуваних садах за даними визначеного агрохімічним аналізом фактичного вмісту P_2O_5 і K_2O .		

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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

1. Копытко Р., Карпенко В., **Yakovenko 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. (45 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).
2. **Yakovenko R. V.**, Копытко Р. Г., Petrishina I. P., Butsyk R. M., Borysenko V. V. Productivity of Pear Plantings Depending on the Content of Main Macroelements (n, p, k) in the Soil after Optimized Fertilization. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2020. Vol. 54. P. 77–82. DOI: 10.18805/IJARE.A-454. (75 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).
3. **Yakovenko R.**, Копытко Р., Pelekhatyi V. The content of chlorophyll and nutrients in apple leaves depending on long-term fertiliser. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(2). P. 93–98. DOI: 10.48077/scihor.24(2).2021. (80 % авторства: ідея, аналіз стану проблеми, проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів дослідження, написання).
4. Yakovenko R. Total and fractional composition of water in pear leaves depending on the optimised fertiliser. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(3). P. 45–51. DOI: 10.48077/scihor.24(3).2021.
5. Sokoliuk S., Blenda N., Tupchiy O., Nepochatenko O., Ulanchuk V., **Yakovenko R.** Features of Formation of Organizational-Integrative Processes In Horticulture. *Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference «Education Excellence and Innovation Management: A 2025 Vision to Sustain Economic Development during Global Challenges»*. 1–2 April 2020 Seville, Spain, P. 14259–14266 (25 % авторства: аналіз стану проблеми, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

Статті у наукових періодичних виданнях, включених до переліку

наукових фахових видань України

6. Копитко П. Г., **Яковенко Р. В.**, Петришина І. П. Дослідження з оптимізації мінерального живлення в насадженні груші. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2013. № 83. Ч. 1. С. 106–111 (35 % авторства: проведення досліджень, аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

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

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

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

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

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

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

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

32. Яковенко Р. В. Продуктивність молодих дерев груші сорту Золотоворітська залежно від різних способів внесення добрив. *Інновації в*

садівництві: матер. Міжн. наук. інтер.-конф. (м. Умань, 10 березня 2017 р.). Умань, 2017. С. 36–38.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Посібник

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

Статті

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

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

45. Яковенко Р. В. Ґрунтове удобрення насаджень яблуні. *Пропозиція: сучасний сад та його інтегрований захист (спецвипуск)*. 2012. №4. С. 28–31

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Результати досліджень та основні положення дисертаційної роботи апробовані на конференціях професорсько-викладацького складу (2007–2021) і вченій раді (2019) Уманського національного університету садівництва; Міжнародних науково-практичних конференціях «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2012–2018), «Нове промислове садівництво» (Дніпровське, 2018), «Сучасні виклики та проблеми науки» (Вашингтон, 2020), «Актуальні проблеми науки і практики» (Амстердам, 2021), «Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення» (Житомир, 2022), Міжнародних наукових інтернет-конференціях «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства» (Тернопіль, 2014), «Інновації в садівництві» (Умань, 2017, 2019, 2021), Всеукраїнських наукових конференціях молодих учених (Умань, 2009–2012), Всеукраїнській науковій конференції – IV

Симиренківські читання «Адаптивні сорти та технології – основи сучасного садівництва» (Київ, 2009), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив» (Умань, 2019), III Національному Дні саду (Чемерівці, 2016), Днях саду Уманського НУС «Сучасні технології в садівництві» (Умань, 2019, 2020), регіональному семінарі для керівників і спеціалістів садівничих господарств Дніпропетровської області (Спаське, 2008), науково-практичному семінарі «Мліївський інститут помології ім. Л. П. Симиренка та кафедра плодівництва і виноградарства Уманського агроуніверситету – садівникам Черкащини» (Мліїв, 2009), науково-практичному семінарі «Сучасні технології вирощування яблуні і смородини від компанії Самміт-Агро Юкрейн» (Мліїв, 2013), виробничому семінарі із садівництва від компанії «Сєдна-Агро» (Нова-Ушиця, 2016), вебінарі «Основи продовольчої безпеки від аграріїв» (Умань, 2022).