МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії

Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

«_____»_____2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г.н. доцент

_____Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВРОЖАЙНІСТЬ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ УДОБРЕННЯ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконала: студентка ІІ курсу, групи 22м-а
спеціальності 201 «Агрономія»
КУДРИЦЬКА Олена Василівна

Керівники:
Олена ЧЕРНО, кандидат с.-г. н., доцент
Ігор САДОВСЬКИЙ, викладач-стажист

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП ... 3
РОЗДІЛ 1 ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ТА РІСТ, ПЛОДОНОШЕННЯ ЯБЛУНЕВИХ НАСАДЖЕНЬ ... 5
1.1. Специфіка мінерального живлення яблуні ... 5
1.2. Вплив добрив на родючість ґрунту і плодоношення яблунь ... 6
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ ... 11
2.1 Ботанічна і біологічна характеристика яблуні ... 11
2.2 Характеристика сорту «Айдаред» ... 12
РОЗДІЛ 3 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ ... 13
3.1 Ґрунтові умови ... 13
3.2 Погодні умови ... 14
3.3 Схема досліду ... 17
3.4 Агротехніка вирощування соняшнику у досліді ... 18
3.5 Методика проведення досліджень ... 18
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ... 20
4.1 Вплив систем удобрення на основні показники родючості ґрунту ... 20
4.2. Вплив систем удобрення ґрунту на фітометричні показники росту дослідних дерев яблуні ... 24
4.3 Вплив систем удобрення на врожайність плодів яблуні сорту Айдаред ... 25
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТУ АЙДАРЕД ЗА РІЗНИХ ТИПІВ СОРТОПІДЩЕПНИХ КОМБІНУВАНЬ ТА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ (у цінах 2023р) ... 30
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ... 33
6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування плодових насаджень яблуні ... 33
6.2. Охорона навколишнього природного середовища під час вирощування насаджень яблуні ... 34
ВИСНОВКИ ... 36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ... 37
ДОДАТКИ ... 42

ВСТУП

Яблуневі сади є однією з найбільш значущих складових сільськогосподарського виробництва [1, 2]. Ефективне вирощування яблуні має важливе економічне значення, забезпечуючи доходи для фермерських господарств і вносячи вклад у продовольчу безпеку регіону [3]. Відповідно постає завдання визначити норми і способи застосування добрив в плодових насадженнях.

Актуальність теми. Системи удобрення відіграють ключову роль у підвищенні врожайності та якості плодів, але вплив цих систем на яблуневі насадження в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу досі недостатньо досліджений. Тому вивчення цієї теми є актуальним та має велике практичне значення.

Мета дипломної роботи полягала у дослідженні впливу різних систем удобрення на врожайність яблуневих насаджень в умовах Правобережного Лісостепу. Це включає аналіз впливу органічних та мінеральних добрив на ріст, розвиток і плодоношення яблунь, а також оцінку їх економічної та екологічної ефективності.

Наукова новизна. Дипломна робота вносить вагомий вклад у розуміння впливу різних систем удобрення на врожайність яблуневих насаджень. Це дослідження доповнює існуючу базу знань, пропонуючи новий погляд на ефективність різних систем удобрення яблуневих садів у специфічних умовах правобережного лісостепу. Особлива увага приділяється аналізу взаємодії між різними типами добрив і мікрокліматичними особливостями регіону. Вона дозволяє глибше зрозуміти, як різні види удобрень впливають на зростання, розвиток та плодоношення яблуні, що має значення для оптимізації агротехнічних прийомів в садівництві.

Практична цінність. Результати дослідження можуть бути використані садівниками та агрономами для покращення систем удобрення в яблуневих

садах. Це допоможе збільшити врожайність і якість плодів, оптимізувати витрати на добрива та зменшити негативний вплив на довкілля.

Апробація результатів досліджень. Результати дослідження були представлені на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання агротехнологій».

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ТА РІСТ, ПЛОДОНОШЕННЯ ЯБЛУНЕВИХ НАСАДЖЕНЬ

1.1. Специфіка мінерального живлення яблуні

Ефективне вирощування яблуні з використанням інтенсивних технологій вимагає оптимального мінерального живлення, що включає аналіз родючості ґрунту, врахування фізико-хімічних, фізичних та біологічних факторів, а також моніторинг потреб дерев в поживних елементах для отримання максимального врожаю та якості плодів [4-6].

Для тривалого забезпечення високої урожайності в плодових насадженнях, особливо при вирощуванні на одній і тій же ділянці, необхідно ретельно обирати місце для саду та регулярно здійснювати догляд за грунтом Обов'язково проводиться ретельне дослідження ґрунту перед закладанням саду, з метою забезпечення відповідності його характеристик потребам плодових дерев у живленні [7-9].

В умовах Правобережного Лісостепу, яблуню переважно культивують на різновидах сірих та темно-сірих опідзолених ґрунтів і чорноземах, що включають типові, вилугувані та опідзолені варіанти, які вважаються оптимальними для цієї культури [10-12]. Проте умови кореневого живлення та продуктивність яблуні можуть значно відрізнятися навіть на різних відмінах цих типів ґрунтів [12, 13].

Ґрунтові умови відіграють ключову роль у вирощуванні плодових культур. Такі проблеми як: деградація ґрунту, зниження його родючості, розвиток деструктивних процесів стали важливими в сільському господарстві, особливо в монокультурах плодових насаджень, де спостерігаються втрати органічної речовини та погіршення агрофізичних показників ґрунту. Ці негативні процеси можна покращити за допомогою внесення органічних добрив [1, 14-16].

Ґрунт, який сприяє росту і продуктивності плодових культур, є складною екосистемою, в якій її охорона є ключовою для збереження родючості.

Рівновага в ґрунтовій екосистемі підтримується завдяки динамічній взаємодії між мінеральними частинками, органічною речовиною та ґрунтовими мікроорганізмами, які розкладають органічну речовину [17-18].

Антропогенний вплив на ґрунт спричиняє збої в біогеоценотичній рівновазі, веде до зниження родючості ґрунту, зменшення вмісту гумусу, зокрема в його верхньому шарі. Така родючість є важливою для мінерального живлення плодових культур, які ефективніше розвиваються на ґрунтах із достатнім рівнем органічних речовин і поживних елементів. Родючість ґрунту визначається його характеристиками та різноманітністю екологічних факторів [19].

Збереження і підтримання родючості ґрунту на оптимальному рівні є необхідним заходом, оскільки ґрунт є важливою частиною біосфери. Це не тільки сприяє високій продуктивності вирощуваних культур, але й забезпечує екологічну безпеку та стійкість навколишнього природного середовища.

Для стабільного плодоношення і забезпечення щорічних високих врожаїв в інтенсивних садах, необхідно забезпечувати збалансоване мінеральне живлення рослин шляхом використання добрив [1].

1.2. Вплив добрив на родючість ґрунту і плодоношення яблунь

Підтримання родючості ґрунту на належному рівні є ключовим для росту плодових насаджень, забезпечуючи їх достатнє мінеральне живлення. Протягом багаторічного вирощування, родючість ґрунту зазнає змін через ґрунтотворні процеси та інтенсивне використання агрохімікатів і поживних речовин деревами. Тому виникає потреба в оптимізації поживного режиму ґрунту через внесення мінеральних або органічних добрив.

Використання добрив є ефективним засобом для підвищення продуктивності плодових культур. Проте, надмірне їх застосування негативно впливає на якість плодів, сприяє непродуктивному рості дерев та викликає екологічні проблеми. Для отримання екологічно безпечної продукції в інтенсивних садах разом із високими врожаями, необхідно корегувати внесення мінеральних добрив на основі проведення ґрунтової діагностики [20].

Дослідження Польських вчених [21-22] показали, що при належній передсадивній підготовці ґрунту, додаткове внесення азоту в яблуневі насадження не збільшувало їх врожайність. Виявлено, що використання гербіцидного пару в саду збільшило кількість азоту, доступного для живлення рослин, протягом вегетаційного періоду. При цьому, додаткове азотне удобрення не впливало значно на ріст дерев у порівнянні з варіантом без внесення добрив.

При застосуванні високих доз азотних добрив, дерева споживають лише 15–25% азоту, решта вимивається в глибші шари ґрунту та підземні води, спричиняючи екологічні проблеми. Щоб зменшити втрати і негативний вплив на довкілля, азотні добрива слід вносити щороку в невеликих дозах, відповідно до фаз росту і розвитку плодових рослин.

Дослідження Польських вчених показали, що при правильній передсадивній підготовці ґрунту, подальше додавання азоту в яблуневих насадженнях не істотно впливало на зростання їхньої врожайності. Використання гербіцидного пару в саду збільшило доступність азотних сполук для рослин під час вегетації, але це не мало помітного впливу на ріст дерев у порівнянні з варіантом, де азотні добрива не використовувались [21, 22].

Для розробки ефективних систем удобрення яблуневих насаджень можна використовувати діагностичні дані, що відображають особливості ґрунтово-кліматичних умов, вікові особливості дерев, методи вирощування, а також генетичні характеристики сортів. Ці дані базуються на аналізі агрохімічних властивостей ґрунтів та реакції плодових культур на ці зміни, враховуючи тип ґрунту і комбінації сортів та підщеп. Це дозволяє розвивати екологічно та економічно ефективні системи удобрення, спрямовані на оптимізацію родючості ґрунту, що збільшує урожайність, покращує якість плодів і знижує вплив на довкілля, сприяючи ефективності садівництва [23].

Рослини отримують поживні речовини двома шляхами: кореневим та позакореневим живленням. Кореневе живлення забезпечує рослину водою та поживними речовинами з ґрунту, включаючи макро- та мікроелементи, що

додаються через добрива. Позакореневе живлення дозволяє листям поглинати та асимілювати поживні речовини, особливо ті, що не ефективно поглинаються через кореневу систему, проникаючи через продихи листя. Ефективність позакореневого підживлення залежить від концентрації розчину, етапу розвитку рослини, розміру листя, кліматичних умов та інших факторів. В певних умовах і на конкретних етапах розвитку, позакореневе підживлення є важливим для усунення дефіциту певних хімічних елементів, дозволяючи точно дозувати малі кількості добрив. Воно також сприяє точнішій регуляції живлення на різних стадіях розвитку плодових дерев [24].

Позакореневе підживлення позитивно впливає на активізацію реутилізації поживних елементів у рослинних органах. У інтенсивних садах, особливо на клонових підщепах, це збільшує важливість точного визначення оптимальних норм та часу внесення мінеральних добрив, адже різні сорти реагують на удобрення по-різному. Згідно зі світовою практикою, для кожного сорту розробляється індивідуальна система підживлення, враховуючи його біологічні особливості та агрохімічні, фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту [25].

В інтенсивних яблуневих садах з високою щільністю дерев на гектар, різні сорти щорічно споживають від 25 до 60 кг азоту на гектар. Це включає азот, який виноситься з урожаєм, опалим листям та під час обрізки дерев [26]. Аналогічні дослідження P. Wojcik [27] підтверджують, що при врожайності яблунь сорту "Делішес" у 44,8 тонни на гектар, винос поживних елементів деревами становить: азот (N) – 39,2 кг/га, фосфор (P) – 10,5 кг/га, і калій (K) – 70,9 кг/га.

В дослідженнях, проведених у Великобританії [28], зібрано дані про 14-річний яблуневий сад сорту "Голден Делішес" із щільністю 500 дерев на гектар, де при врожаї 90 тонн на гектар винос основних макроелементів становив: 120 кг – N, 46 кг – P_2O_5, і 241 кг – K_2O. В Італії при врожайності яблуні 35 тонн на гектар, було використано 80 кг – N, 57 кг – P_2O_5, та 120 кг – K_2O [29].

Німецькі науковці виявили, що в інтенсивних насадженнях з ростом врожайності споживання азоту зменшується: при врожаї 20 т/га загальний

винос азоту складав 104 кг/га, тоді як при 80 т/га – лише 56 кг/га. Це зниження споживання азоту при вищій урожайності обумовлено тим, що великий врожай плодів призводить до зниження ростових процесів, а основним споживачем азоту є саме деревина [30]. При оптимальному внесенні добрив забезпечується достатнє живлення плодових рослин мінеральними елементами, що позитивно впливає на весь садовий агрофітоценоз, а також сприяє зростанню економічної ефективності вирощування плодів завдяки раціональному використанню добрив [1,31].

За результатами тривалих досліджень І. І. Середи [32] у яблуневому насадженні виявлено, що десятилітнє використання мінеральних ($N_{180}P_{180}K_{180}$) та органічних (20 тонн на гектар) добрив на слабокислих дерново-підзолистих піщаних ґрунтах забезпечує збільшення товщини штамба дерев, підвищення урожайності та виробництво високоякісних плодів.

Дослідження, проведені у різних ґрунтово-кліматичних умовах, підтвердили, що внесення мінеральних і органічних добрив сприятливо впливає на ріст, плодоношення та якість врожаю яблуневих насаджень [33].

В дослідженнях, проведених у Великобританії в яблуневих насадженнях на середньорослій підщепі, було виявлено, що збільшення норми азоту з 63 до 189 кг/га сприяло зростанню врожайності. Проте, в деякі роки також відзначалося зниження врожаю через це збільшення [34].

У дослідженнях, проведених в Бразилії щодо різних методів азотного удобрення в яблуневих насадженнях на карликовій підщепі, було виявлено, що на ґрунтах із великим вмістом органічної речовини додаткове застосування азоту не є необхідним для забезпечення якісних плодів. Це пояснюється достатнім вмістом азоту, який забезпечується за рахунок мінералізації органічної речовини [35].

Д. Врона [36], у своїх дослідженнях в Варшавському аграрному університеті, також виявив подібний вплив. В експерименті з різними нормами та способами осіннього внесення азотних добрив у яблуневі насадження на різних типах підщеп, було з'ясовано, що азотні добрива не мали істотного

впливу на урожай і якість плодів, тоді як тип підщепи мав значний вплив на ці показники. Врона вважає, що азот краще вносити навесні, коли потреба в ньому найбільша, адже вивільнення азоту з органічної речовини через мінералізацію в цей час є незначним.

При внесенні різноманітних доз азотних добрив у ґрунт для яблуневих насаджень сорту Радогость на клоновій підщепі 54-118, на фоні фосфорно-калійного живлення, спостерігалося збільшення врожаю на 0,5 до 6,3 тонн на гектар порівняно з варіантом без додаткового внесення азоту [37].

Вплив головних елементів живлення та мікроелементів на ріст та якість плодів залежить від складних біохімічних процесів у їхніх тканинах. При недостатній кількості основних мінеральних елементів у ґрунті, плоди можуть зупинити свій ріст і стати меншими. З іншого боку, надмірне внесення добрив, особливо азоту, може спричинити зниження щільності м’якуша плодів та погіршити їх здатність до зберігання [38].

З аналізу наведеного матеріалу можна зробити висновок, що внесення мінеральних добрив позитивно впливає на ріст дерев та продуктивність насаджень яблуні. Дослідження різних методів внесення добрив були проведені в різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах. Це підкреслює актуальність подальшого вивчення впливу ґрунтового удобрення на зерняткові культури у конкретних умовах кожного регіону.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

У рамках проведених досліджень основним об'єктом вивчення був зимовий сорт Айдаред на насіннєвій підщепі та Айдаред на вегетативній М.4. Він входить до категорії помологічних сортів та внесений до «Реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні».

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика яблуні

Яблуня відноситься до ботанічного роду Malus, який належить до порядку Rosales та родини Rosaceae Suss, підродини Romideae Focke. Ця група включає в себе зерняткові породи. Яблуні зазвичай ростуть як дерева, але деякі види мають кущоподібну форму. Культурна яблуня (M. domestica Borkh.) вважається збірним видом, що включає характеристики декількох видів, які були пращурами сучасних культурних сортів. У плодівництві сорт являє собою вегетативно-розмножувану форму з вираженими стабільними господарсько-біологічними характеристиками, яка використовується в певних природно-кліматичних умовах. Існує понад 20 тисяч сортів яблуні у світі, з яких більше ніж 2 тисячі вирощуються в Україні. Близько 60 з них включено до Державного реєстру сортів рослин України для промислового використання [39].

Яблуня є полікарпічною рослиною, що означає її здатність до багаторазового плодоношення. Це означає, що після проходження ювенільного періоду сіянця, який триває 8-12 років, у сіянців починається репродуктивний період. Він характеризується постійними циклами органогенезу, що сприяють повторенню вегетативних (ростових) та генеративних (плодоносних) процесів, забезпечуючи тривале оновлення рослини [39].

Вирощування різновидів яблунь з насіння не забезпечує отримання рослин, які б точно відтворювали характеристики материнського сорту, оскільки зазвичай сіянці мають плоди інферіорної якості. Сучасні методи вирощування плодових дерев здебільшого ґрунтуються на використанні щеплених саджанців, у яких коріння є підщепою, а надземна частина – прищепою.

Культурні сорти яблунь, які розмножуються після переходу маточної рослини через ювенільний період, вже перебувають у репродуктивному етапі онтогенезу, що робить саджанці фізіологічно готовими до плодоношення. Використовуючи як підщепи сіянці дикої лісової або культурних сортів, таких як Антонівка звичайна чи Боровинка, можна отримати довгоживучі сильнорослі дерева, що живуть понад 80-100 років. Такі дерева починають плодоносити у віці 12-14 років, і їх продуктивний період триває 40-60 років. Використання слабкорослих вегетативно розмножуваних підщеп дозволяє отримати перший урожай вже у рік садіння, але продуктивний період таких насаджень обмежений до 15-16 років для слабкорослих і до 25 років для середньорослих підщеп [40].

В рамках річного циклу яблуні, який відображає її пристосування до періодичних кліматичних змін, відбувається ряд метаболічних та морфологічних процесів, що починаються з розпускання бруньок та завершуються опаданням листя. Цей цикл включає різні фенофази, у відповідність до яких визначаються специфічні методи догляду за насадженнями. Потенційними пращурами культурних сортів яблуні вважаються такі дикі види, як яблуня лісова, яблуня низька, яблуня Недзвецького, ягідна яблуня, східна яблуня, яблуня Сіверса, туркменська яблуня та інші. Ці види мають значення і в сучасному плодівництві [40].

2.2 Характеристика сорту «Айдаред»

«Айдаред» – зимовий американський сорт яблуні, отриманий в результаті схрещування таких сортів яблуні, як Вагнер і Джонатан. Цей сорт виведений в штаті Айдахо (США), звідки і отримав свою назву: Айда (Айдахо) + ред (красный в пер. с англ.) з невеликим нальотом, м'якоть кремова, соковита, кисло-солодка. Айдаред – високоврожайне плодове дерево. Саджанці яблуні Айдаред не вимогливі до світла, вологи і ґрунту, також мають високу зимостійкість. Сорт яблуні Айдаред – самобезплідний. Срок дозрівання плодів пізній листопад місяць [41].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ

3.1 Ґрунтові умови

Дослідження з вивчення впливу систем удобрення на врожайність яблуні сорту Айдаред за різних типів сортопідщепних комбінувань проводилися в умовах Правобережного Лісостепу в яблуневому саду Уманського національного університету садівництва закладеному у 1987 році. Сад розміщений на незначному схилі (до 3°) західної експозиції. Дослідні ділянки розташовані на темно-сірому опідзоленому ґрунті, який за всіма показниками родючості вважається одним з найкращих для вирощування багатьох плодових культур, зокрема таких поширених як яблуні та груші [2].

Темно-сірий опідзолений ґрунт є характерним для Правобережного Лісостепу, розташований на вододілах серед сірих лісових ґрунтів і займає площу близько 150 тисяч гектарів, що становить приблизно 10% від їх загальної площі. Вміст гумусу в цьому ґрунті під лісовою і трав'янистою рослинністю в природних умовах складає 4-8%, тоді як на освоєних землях – 2,5-4,5%. Гумус утворюється з гумінових кислот та фульвокислот, причому співвідношення між ними варіюється як територіально, так і в різних профілях ґрунту. На природних угіддях, покритих трав'янистою рослинністю, формується дернинний горизонт Hd товщиною 2-4 см, а в лісових умовах – лісова підстилка Ho [42].

Агрохімічні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту в рамках дослідного саду характерезуються наступними параметрами: вміст гумусу складає 2,41% у верхньому шарі ґрунту (0-20 см) і 2,23% у шарі на глибині 20-40 см; вміст азоту (визначений за нітрифікаційною здатністю після 14-денного компостування) становить 13,4 мг/кг ґрунту у верхньому шарі та 12,9 мг/кг у нижньому; вміст P_2O_5 і K_2O (за методом Егнера - Ріма - Домінго) – 184 і 146 мг/кг ґрунту в верхньому шарі та 289 і 274 мг/кг у нижньому; pH_{KCL} (рівень

кислотності) складає 5,2 та 5,3 відповідно, а сума увібраних основ – 25,0 та 26,0 мг-екв/100 г ґрунту у верхньому і нижньому шарах відповідно.

Розріз темно-сірого опідзоленого ґрунту у дослідному саду [24] характеризується такими ознаками:

НЕ до глибини 29 см представляє собою гумусний елювіальний шар темно-сірого кольору з сизуватим відтінком через крем'янкову присипку. Цей горизонт характеризується грудкуватою та розпилено-зернистою з горизонтальною продовгуватістю структурою.

Горизонт $НІ_1$ (29-48 см) – ілювіальний гумусний, забарвлений у темно-сіро-бурий колір із включеннями крем'янки. Структура грудочкувато-крупногоріхувата, щільність висока. Є явні ознаки присутності кореневої системи та червоточин. Межа переходу до нижніх горизонтів виразна.

$І_2$ (48-96 см) – ілювіальний шар, відтінок коричнево-бурий. Текстура легкоглиниста з горіхувато-призматичною структурою. Щільність висока. Особливість - характерний блиск на гранях через плівку вмитих колоїдів.

Рі (96-132 см) – слабо ілювійований лес, забарвлений у буро-палевий колір. Текстура легкосуглинкова з грудкувато-призматичною структурою, яка поступово змінюється на стовпчасту. На поверхні структури помітні напливи колоїдів. Межа переходу до наступного шару виразно виділена.

Рк (132-200 см) – бурувато-палевий карбонатний лес.

3.2 Погодні умови

Клімат Уманського району є помірно-континентальним з нестабільним зволоженням, характеризуючись нерівномірністю атмосферних опадів та температур. Річна кількість опадів становить у середньому 633 мм, з яких 466 мм припадає на вегетаційний період (квітень–вересень). Середньорічна температура повітря дорівнює 7,4 °C, з середньою температурою 19,0 °C у найтеплішому місяці липні. За період активної вегетації середня сума температур складає 2810 °C. Вегетаційний період триває 205 днів, а активна вегетація за температури повітря вище 10 °C - від 160 до 165 днів. Відносна

вологість повітря змінюється впродовж року в залежності від температури та опадів, коливаючись від середньої багаторічної 78% до максимальної 86-89% у січні-грудні і мінімальної 67-72% у травні-серпні.

Зима в Уманському районі зазвичай буває м'якою. Середня багаторічна температура повітря у найхолодніший місяць січень становить -4,2°С. Однак іноді температура може знизитися до екстремальних показників від –20 до –25 °С, а в окремі дні навіть досягати -32 °С. Зимовий сезон характеризується наявністю відлиг, під час яких температура може підвищуватися до +8....+12 °С. Стійкий сніговий покрив зазвичай встановлюється в середині грудня (приблизно 14–22 числа) і починає танути у першій половині березня.

Весняні погодні умови в Уманському районі настають з 15–20 березня, характеризуючись інтенсивним підвищенням температури. У першій декаді квітня середня температура перетинає позначку 5 °С, а наприкінці квітня – 10°С. Весною часто спостерігаються повернення холоду з заморозками, особливо в травні. Середня дата останнього заморозку варіюється від 26 квітня до 2 травня, з можливістю пізнішого випаду до 21–25 травня. Весняний період іноді характеризується суховіями в квітні та травні (6–7 днів і більше).

Літні умови розпочинаються з середини травня та тривають до середини вересня. Літо спочатку буває теплим, а в липні та серпні в окремі роки - жарким. Середня температура повітря вдень у травні та червні становить 18....22 °С, а в липні та серпні – 23....25 °С. Максимальні температури ґрунту можуть досягати 38 °С. Літній сезон характеризується вологими вітрами, які приносять значну кількість опадів. У травні днів з опадами більше 0,1 мм буває 10–12, в червні та липні - по 12, а в серпні та вересні – 8-10. Влітку буває 3–4 дні з опадами більше 5 мм і 2 дні з опадами більше 10 мм. Також характерними є зливи з грозами та градом. Іноді влітку виникають посушливі періоди (до 40–50 днів) без дощу та з високою температурою повітря, що веде до значного зниження вологи в ґрунті, особливо в останні роки через глобальне потепління.

Осінь настає з середини другої декади вересня, при цьому похмура та дощова погода найчастіше спостерігається наприкінці жовтня. Осінній період

супроводжується зниженням температури, з середньодобовою температурою в кінці жовтня не вище 5 °С, що символізує закінчення вегетаційного сезону.

У 2023 році спостерігалося значне підвищення середньодобової температури на 3,1°С порівняно з середньо багаторічними показниками (табл.1).

У березні 2023 року середня температура була вищою на 2,6°С від багаторічної норми. У квітні, навпаки, середня температура була трохи нижчою, ніж зазвичай (на 0,9°С). Середні температури в літні місяці були вищими за багаторічну норму, особливо у червні (на 0,6°С) та серпні (на 2,8°С). У вересні 2023 року температура була значно вищою на 3,9°С порівняно з багаторічною нормою, а в листопаді була на 8,9°С вища, що є значним відхиленням. У жовтні, середня температура була нижчою на 0,3°С.

Таблиця 1

Середньомісячна температура повітря за 2022–2023 рр., °С

Роки	**Місяці**												**Середнє**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	
2023	0.2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4	8,0	11,7	-0,2	11,9
Середня багаторічна	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19	20,9	20,1	14,5	8,3	2,8	-1,8	8,8

Кількість опадів у цьому році також суттєво відрізнялася від звичайних значень, причому розподіл опадів був нерівномірним. Зокрема, в квітні кількість опадів була утричі вищою за багаторічну норму, як це відображено в таблиці 2.

Таблиця 2

Сума опадів за 2022–2023 рр., *мм*

Роки	Місяці												**Всього**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	
2023	6	21	27	130	42	16	93	12	4	8	15	35	408
Середня багаторічна	38	34	36	41	52	81	68	49	61	43	43	40	586

Відносна вологість повітря в цьому році знизилася на 1% порівняно з багаторічною нормою, що видно з даних таблиці 3. При цьому, різких відхилень від норми не було зафіксовано.

Таблиця 3

Середньомісячна відносна вологість повітря за 2022–2023 рр., %

Роки	Місяці												Середнє
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2023	89	81	72	80	56	64	68	65	62	83	87	87	75
Середня багаторічна	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88	76

Враховуючи нерегулярність зволоження під час вегетаційного періоду, це лише підкреслює важливість оптимізації систем добрив у саду.

3.3 Схема досліду

Схема досліду поєднувала органічну, органо-мінеральну та мінеральну системи удобрення і включала в себе такі варіанти:

1. Без добрив (контроль)
2. Гній 40 т/га
3. 20 т/га гною +$N_{60}P_{60}K_{60}$
4. $N_{120}P_{120}K_{120}$

У приштамбових смугах, шириною в два метри, ґрунт на території всього досліду утримували в паровому стані. Варіанти систем удобрення ґрунту були розподілені випадковим методом (рендомізацією) та виконані у трьох повтореннях.

Фосфорні та калійні мінеральні добрива вносилися у встановлених нормах восени перед оранкою, в той час як азотні добрива вносилися щороку навесні під час культивації або дискування ґрунту в міжряддях. Впродовж вегетаційного періоду в дослідному саду підтримувалася парова система, при якій у міжряддях регулярно проводився поверхневий обробіток ґрунту, а восени здійснювалася зяблева оранка на глибину 18–20 см. Дослідні

насадження яблуні сорту на насіннєвій підщепі та Айдаред на вегетативній М.4 з площею живлення 7 х 5 м. Форма крони – струнке веретено.

3.4 Агротехніка вирощування соняшнику у досліді

Догляд за дослідним садом передбачає цілу низку агротехнічних заходів, направлених на підвищення продуктивності яблуні. Серед основних прийомів догляду слід виділити догляд за ґрунтом, формування і обрізування дерев, оптимізація умов живлення, інтегрований захист і боротьба з бур'янами. Кожен з цих елементів передбачає набір технологічних операцій по догляду за рослинами.

З метою досягнення конкретних цілей у садівництві, виконується формування та обрізка насаджень відповідно до веретеноподібної форми крони. Таке обрізування зазвичай проводиться у ранньовесняний період, але при необхідності це може бути здійснено і протягом вегетаційного сезону.

Догляд за насадженнями та захист від шкідників і хвороб здійснювали згідно прийнятої в НВВ Уманського НУС програми.

3.5 Методика проведення досліджень

Під час проведення польових (садових) та вегетаційних досліджень, лабораторно-польових експериментів, спостережень і аналізів ґрунту та рослин, а також об'єктивної оцінки результатів, для встановлення залежностей використовувались перевірені та стандартизовані методики, які описані в методичній літературі та державних стандартах [43].

Для аналізу агрохімічних характеристик ґрунту, включаючи визначення рівня гумусу, доступних для рослин форм мінеральних поживних елементів та pH ґрунтового середовища, зразки ґрунту були взяті в глибинному шарі 0 – 100 см, у відповідності до ДСТУ 4287 [44] та ДСТУ ISO 11464 [45].

Довжина однорічного приросту вимірювалась шляхом визначення довжини пагонів, які перевищували 5 см, від основи до верхівкової бруньки після закінчення вегетаційного періоду.

Кількість квіток на облікових деревах визначали за допомогою їх підрахунку. Також, після червневого опадання зав'язі, фіксували ступінь зав'язування плодів, порівнюючи кількість зав'язей з кількістю квіток.

Врожайність визначалася шляхом множення кількості плодів на облікових деревах на середню вагу одного плоду, яку встановлювали на основі вибірки зі 100 яблук у кожному варіанті. Сортування плодів за їх товарною якістю проводилося відповідно до ДСТУ 8133:2015 "Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови" [46], де вони класифікувалися на вищий, перший і другий сорти.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Вплив систем удобрення на основні показники родючості ґрунту

Гумусованість ґрунту є одним з основних факторів, що визначають його родючість, оскільки вона впливає на фізичні, агрохімічні та біологічні властивості ґрунту, які є важливими для забезпечення належного живлення плодових рослин [1].

Нашими дослідженнями встановлено що найвищий вміст гумусу спостерігався у варіантах за органічної та органо-мінеральної систем удобрення (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив систем удобрення саду на вміст гумусу в ґрунті у 2023 р., %

Варіант удобрення	Шар ґрунту, см
	0-100
Без добрив (контроль)	1,29
Гній 40 т/га	1,85
20 т/га гною +N_{60} P_{60} K_{60}	1,78
$N_{120}P_{120}K_{120}$	1,62

У порівнянні з варіантом де добрив не вносили вміст його був відносно більший, відповідно, на 43 % і 37%

Щодо варіанту $N_{120}P_{120}K_{120}$ у якому мінеральні добрива вносилися в повному обсязі, вміст гумусу був вищим на 26% у порівнянні з контрольним варіантом, але значно нижчим ніж у варіантах з використанням органічних та органо-мінеральних добрив.

Ефективність плодоношення дерев яблуні тісно пов'язана з наявністю у ґрунті достатньої кількості мобільних форм елементів живлення. Для підтримки нормального росту та розвитку яблунь, а також для забезпечення високої та стабільної врожайності, важливо підтримувати в ґрунті оптимальні рівні та співвідношення поживних речовин, особливо основних макроелементів, таких як азот, фосфор та калій [1-2].

В плодових насадженнях належне забезпечення рослин азотом є критично важливим для підтримки високої продуктивності старих дерев і розвитку нових пагонів, що сприяє формуванню плодів і зниженню їх опадання в період дозрівання врожаю. Азот також відіграє ключову роль у диференціації плодових бруньок, що важливо для закладання основ майбутнього врожаю [2].

Один з методів оцінки рівня забезпеченості рослин азотом є визначення нітрифікаційної здатності ґрунту за методикою Кравкова. Цей метод має перевагу, оскільки він оцінює не тільки наявний рівень мінерального азоту під час проведення аналізу, але й визначає потенційні можливості ґрунту продукувати азот протягом усього вегетаційного періоду.

У період проведення дослідження концентрація $N\text{-}NO_3$ у ґрунті в усіх дослідних варіантах перевищувала нижню межу оптимального рівня, який складає 22-25 мг/кг у шарі ґрунту 0-40 см (Рис. 1). Високі показники були зафіксовані на ділянках з органічними та органо-мінеральними системами удобрення, де вміст $N\text{-}NO_3$ був на 9,4 і 8,1 мг/кг вищий за верхню межу оптимального рівня.

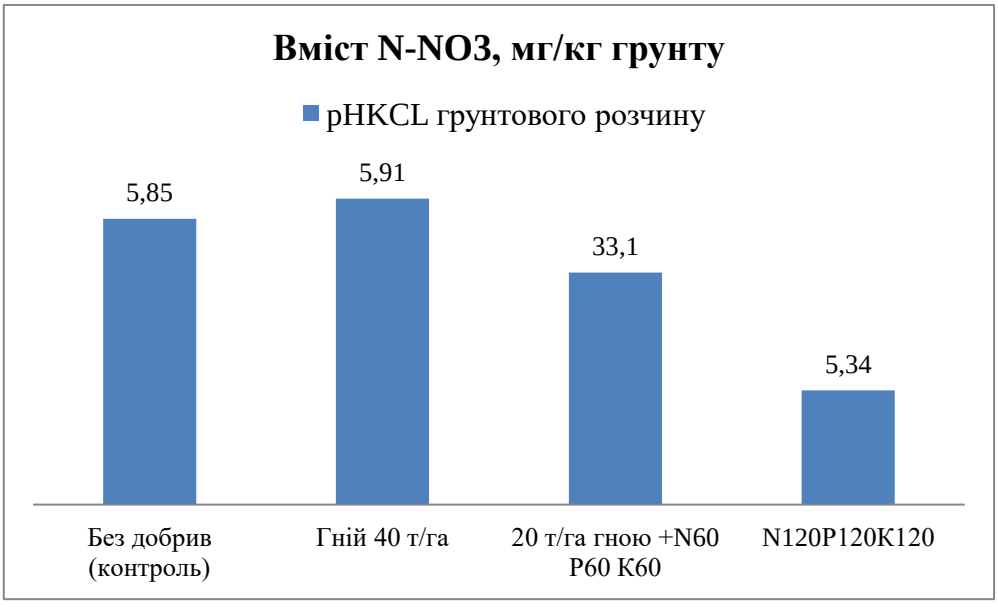


Рис. 1 Вплив систем удобрення на вміст нітратного азоту в ґрунті у шарі 0-40 см у 2023 р.

У варіанті з внесенням мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$, рівень нітратного азоту в ґрунті також значно перевищував верхню межу

оптимального рівня, будучи вищим на 4,2 мг/кг і на 6,8 мг/кг показник контрольного варіанта де добрива не вносилися.

Окрім вмісту мінерального азоту, іншими ключовими показниками, що визначають родючість ґрунту, є доступні рівні рухомого фосфору та доступних форм калію. Детальна інформація про ці показники вказана у таблиці 5.

Таблиця 5

Вплив систем удобрення на міст рухомих сполук фосфору і калію у шарі ґрунту 0–100 см у 2023 р.

Варіант удобрення	Шар грунту 0–100 см	
	P_2O_5	K_2O
Без добрив (контроль)	83	169
Гній 40 т/га	148	245
20 т/га гною +N_{60} P_{60} K_{60}	141	241
$N_{120}P_{120}K_{120}$	132	233

Оптимальні рівні рухомих фосфатів для яблуні складають в межах 70—100 мг/кг ґрунту. Дані таблиці свідчать, що у шарі ґрунту 0–60 см в усіх удобрювальних варіантах показники вмісту P_2O_5 перевищували варіант без добрив. Найбільший вміст рухомого фосфору було виявлено на варіанті із внесенням гною у нормі 40 т/га. Варіанти органо-мінеральної та мінеральної системи удобрення мали подібну залежність та перевищували контроль відповідно на 70% і 59%. В цілому, у всіх варіантах дослідження і на кожному рівні глибини, ґрунт був належно забезпечений рухомими фосфатами, що задовольняє потреби яблуні.

Стосовно калію, то у всіх варіантах удобрення кількість рухомих форм K_2O була значно вищою порівняно з контрольними ділянками, при цьому вміст калію перебував у межах оптимального діапазону для забезпечення яблунь калійним живленням. Це відповідає відомим стандартам оптимальних рівнів рухомого калію для важкосуглинкових темно-сірих опідзолених ґрунтів.

Реакція ґрунтового розчину має значний вплив на мінеральне живлення рослин і яблуні. Для темно-сірих опідзолених ґрунтів оптимальний рівень $pH_{сольове}$ для насаджень яблуні становить у межах від 5,3 до 6,0.

Кислотність ґрунту виступає як ключовий показник, що відображає зміни у фізико-хімічних властивостях ґрунту, спричинені впливом добрив та інших техногенних факторів.

Нашими дослідженнями встановлено що мінеральні добрива істотно підкислюють ґрунт (рис. 2).

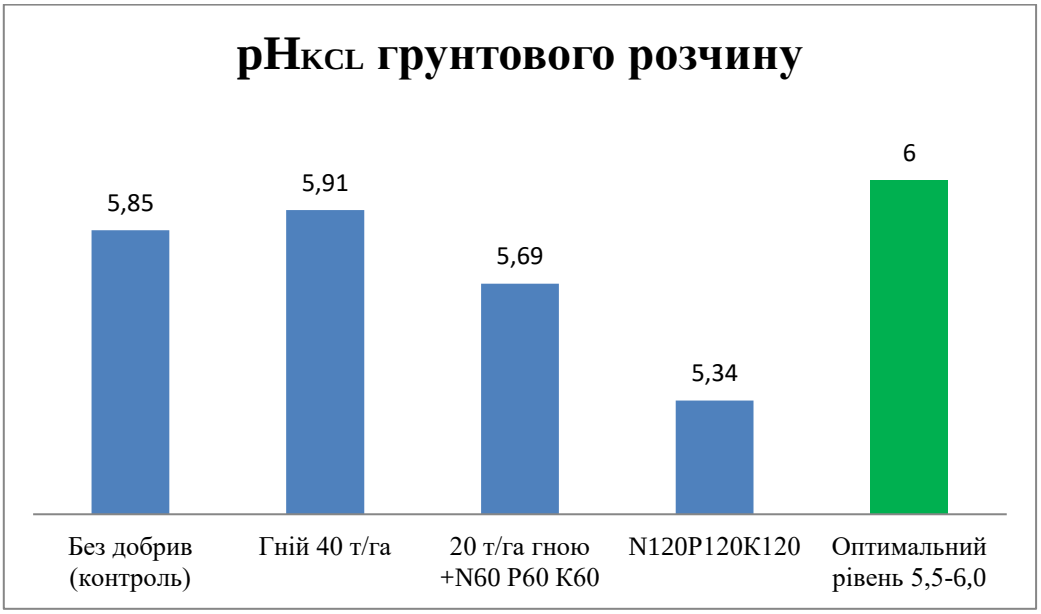


Рис. 2 Вплив систем удобрення на показник pH_{KCL} ґрунтового розчину в шарі ґрунту 0–60 см у 2023 р.

У варіанті $N_{120}P_{120}K_{120}$ з застосуванням повного мінерального добрива спостерігалося найбільше зниження показника pH_{KCL} ґрунтового розчину, де різниця з контролем становила 0,51. Подібне зниження pH було зафіксовано у варіанті з поєднанням органо-мінеральної системи удобрення, з різницею в 0,16. У варіанті органічної системи удобрення показник pH_{KCL} був наближений до нейтральної реакції ґрунтового розчину.

4.2. Вплив систем удобрення ґрунту на фітометричні показники росту дослідних дерев яблуні

Системи удобрення у яблуневому саду суттєво впливали на ростові процеси плодових рослин. Це підтверджують фітометричні дані про ріст вегетативних частин дослідних дерев. Одним з найбільш стабільних показників росту плодових дерев є приріст обхвату штамба, який важливий для забезпечення надземної частини дерев водою та мінеральними поживними речовинами. Аналізуючи дані таблиці 6 можна стверджувати що в 2023 році приріст обхвату штамба дерев Айдаред на насіннєвій і вегетативній М.4 підщепах був більший у дослідних варіантах порівняно з контрольним.

Таблиця 6

Вплив систем удобрення на показники росту дослідних дерев у 2023 р.

Варіант удобрення	Приріст обхвату штамба, мм	Середня довжина пагонів, см	Сумарний приріст пагонів, м
Айдаред на насіннєвій підщепі			
Без добрив (контроль)	10,2	28,2	58,9
Гній 40 т/га	12,4	33,7	82,8
20 т/га гною + N_{60} P_{60} K_{60}	13,1	31,9	81,1
$N_{120}P_{120}K_{120}$	12,9	31,6	70,5
Айдаред на М.4			
Без добрив (контроль)	9,8	22,1	49,9
Гній 40 т/га	11,5	28,2	64,1
20 т/га гною + N_{60} P_{60} K_{60}	11,9	26,8	59,1
$N_{120}P_{120}K_{120}$	11,1	25,9	56,9

Найбільший приріст обхвату штамба спостерігався на варіантах мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення. Внесення гною 20 т/га у поєднанні з мінеральними добривами у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшило приріст

обхвату штамбу Айдаред на насіннєвій підщепі на 2,9 мм подібна тенденція спостерігалася у Айдаред на підщепі М.4 і становив на 2,1 мм більше у порівнянні з варіантом без добрив.

Основним показником вегетативного росту плодових дерев, зокрема яблуні, є приріст однорічних пагонів. Він відображає фізіологічний стан дерева та його загальну здатність до плодоношення. Збільшення довжини однорічних пагонів призводить до більшої кількості листя, і, відповідно, загальної площі листової поверхні, що позитивно впливає на продуктивність фотосинтезу, а це, в свою чергу, – на врожайність дерев яблуні.

Як свідчать дані табл. середня довжина однорічних пагонів сорту яблуні Айдаред, вирощених на насіннєвій підщепі, була значно більшою у випадках застосування органічних, органо-мінеральних, та повністю мінеральних добрив порівняно з контролем. Щодо дерев цього ж сорту на вегетативній підщепі М.4, спостерігалося значне збільшення довжини пагонів, особливо у варіантах з внесенням органічних та органо-мінеральних добрив, і трохи менше, але все ж значно більше за контроль, при застосуванні повного мінерального удобрення.

У 2023 році сумарний приріст пагонів на удобрених варіантах був вищий у порівнянні з варіантом без внесення добрив. Важливими факторами, що впливали на сумарний приріст пагонів, були пагоноутворювальна здатність дерев та середня довжина пагонів. Особливо значний приріст було відзначено у дерев досліджуваного сорту на різних підщепах, які отримували органічне та органо-мінеральне удобрення.

4.3 Вплив систем удобрення на врожайність плодів яблуні сорту Айдаред

Ступінь квітування плодових дерев є ключовим індикатором, що відображає ефективність фізіологічних процесів у рослині, що є важливою частиною початкової фази плодоношення та формування врожаю фруктів у даному році. Дослідження підтверджують, що інтенсивність квітування залежить від ряду факторів: кліматичних умов минулого та поточного років,

сортових характеристик дерев, систем удобрення саду, а також від попередньої врожайності, що вказує на деяку періодичність у плодоношенні.

У 2023 році дерева сорту Айдаред цвіли найрясніше й істотно інтенсивніше порівняно з контролем (табл. 7). у варіантах органічної, органо-мінеральної та мінеральної систем удобрення з повним мінеральним удобренням.

Таблиця 7

Варіант удобрення	**Інтенсивність квітування, тис. шт. квіток/дер**	**Зав'язування плодів**	
		Кількість зав'язі, шт./дер.	**% зав'язування**
Айдаред на насіннєвій підщепі			
Без добрив (контроль)	2,31	536	23,2
Гній 40 т/га	2,42	620	25,6
20 т/га гною + N_{60} P_{60} K_{60}	2,43	594	24,5
$N_{120}P_{120}K_{120}$	2,37	571	24,1
Айдаред на М.4			
Без добрив (контроль)	1,75	436	24,9
Гній 40 т/га	1,88	511	27,2
20 т/га гною + N_{60} P_{60} K_{60}	1,86	500	26,9
$N_{120}P_{120}K_{120}$	1,84	475	25,8

З цих даних можна зробити висновок, що внесення гною та мінеральних добрив позитивно впливає на інтенсивність квітування та зав'язування плодів у яблунь порівняно з контрольними варіантами, де добрив не вносили. Це спостерігається як для дерев на насіннєвій підщепі, так і для дерев на підщепі М.4.

Ступінь зав'язування плодів яблуні є важливим фактором, який визначає їхню продуктивність. Цей показник безпосередньо пов'язаний з фізіологічним станом рослин, який залежить від екологічних умов навколишнього середовища та умов живлення під час квітування і в ранній період формування

зав'язі. Результати досліджень показали, що плоди на деревах, які регулярно удобрюються органічними та органо-мінеральними добривами, зав'язуються краще, з відсотком зав'язування значно вищим за контрольні показники. Хоча мінеральне удобрення також сприяло підвищенню цього показника, ефект був менш виражений. Варто відзначити, що вплив удобрення на процес зав'язування плодів варіювався в залежності від типів підщеп. Для яблунь сорту Айдаред на підщепі М.4 збільшення відсотка зав'язування було істотним у всіх досліджених варіантах. В той же час, для сорту Айдаред на насіннєвій підщепі, значне підвищення спостерігалося лише у варіантах з органічними та органо-мінеральними добривами. Крім того, інтенсивність квітування та ступінь зав'язування плодів мали прямий вплив на урожайність досліджуваних дерев, демонструючи тісний взаємозв'язок між цими параметрами та кінцевою продуктивністю дерев.

Урожайність дерев сорту Айдаред (Рис. 3) на насіннєвій підщепі залежно від варіантів досліду коливалася від14,2 до 17,9 т/га.

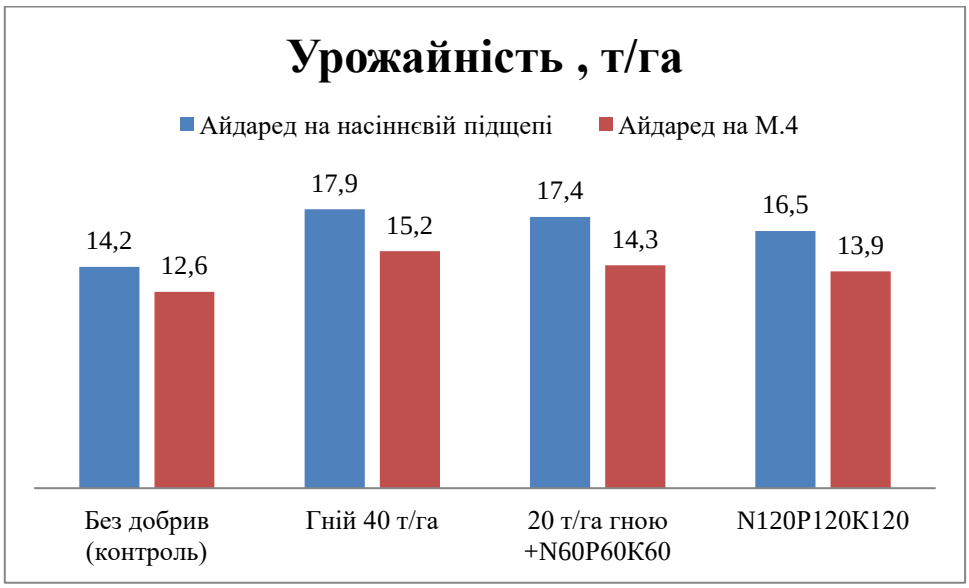


Рис. 3 Вплив систем удобрення на врожайність сорту Айдаред за різних типів підщепних комбінувань у 2023 р.

Нашими дослідженнями було встановлено, що удобрення позитивно впливало на урожайність яблуні сорту Айдаред, як на насіннєвій підщепі, так і

на підщепі М.4. Обидва типи підщепних комбінувань показали кращі результати порівняно з контрольним варіантом (без удобрення).

Найвища урожайність на обох типах підщеп спостерігалася при використанні органічного удобрення (гній 40 т/га), де урожайність для Айдаред на насіннєвій підщепі складала – 17,9 т/га, а на М.4 – 15,2 т/га.

Комбіноване внесення гною і мінеральних добрив (20 т/га гною + $N_{60}P_{60}K_{60}$) також забезпечувало високу урожайність, хоча трохи нижчу, ніж при виключно органічному удобренні. Для насіннєвої підщепи цей показник становив – 17,4 т/га, а для М.4 – 14,3 т/га.

При застосуванні високих доз мінеральних добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) урожайність знижувалася порівняно з комбінованим удобренням і становила 16,5 т/га – для насіннєвої підщепи та 13,9 т/га – для М.4, і була вищою, ніж у варіантах контролю.

Айдаред на насіннєвій підщепі в усіх варіантах удобрення показав кращу урожайність, ніж на М.4.

Якість плодів, як харчова, так і технологічна, зумовлена сортовими особливостями, агрокліматичними умовами в яких вони вирощуються, а також застосуванням агротехнічних методів, включаючи внесення добрив.

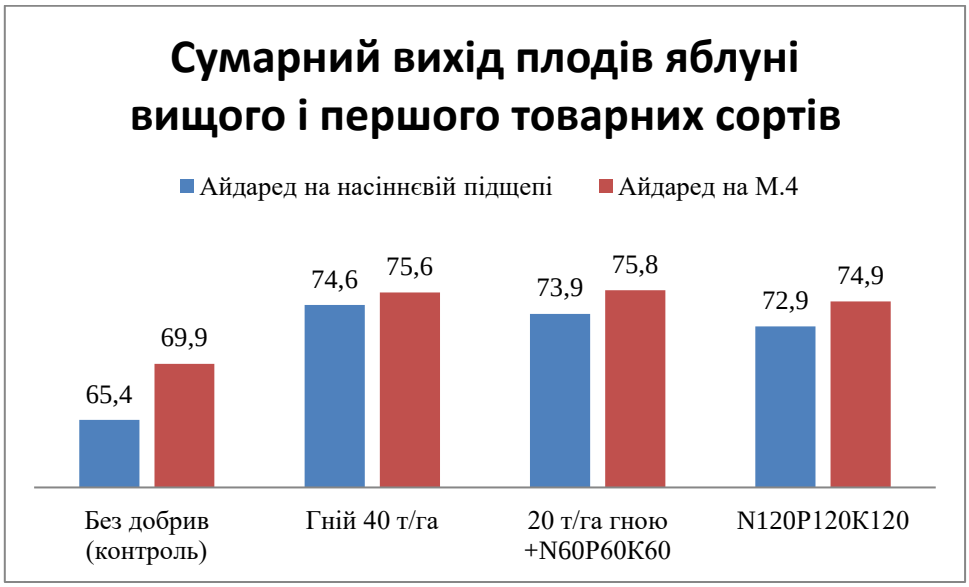


Рис. 4 Вплив систем удобрення на сумарний вихід плодів яблуні вищого і першого товарних сортів у 2023 р.

Внесення добрив позитивно впливало на вихід плодів яблуні вищого і першого товарних сортів для обох варіантів підщепи (Рис. 4). У варіанті без добрив (контроль) сумарний вихід плодів вищого і першого товарних сортів був нижчим для обох підщеп: 65,4% для Айдаред на насіннєвій підщепі та 69,9% для Айдаред на М.4.

Найвищий вихід плодів вищого і першого товарних сортів було отримано при використанні органічного удобрення (гній 40 т/га) – 74,6% для Айдаред на насіннєвій підщепі та 75,6% для Айдаред на М.4.

Комбіноване внесення гною і мінеральних добрив (20 т/га гною + $N_{60}P_{60}K_{60}$) також показало високий результат – 73,9% для насіннєвої підщепи та найвищий вихід – 75,8% для підщепи М.4. Застосування великих доз мінеральних добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) привело до трохи меншого виходу плодів порівняно з органічним і комбінованим удобренням, але все ж було вищим, ніж у контрольного варіанта – 72,9% для насіннєвої підщепи та 74,9% для М.4.

В цілому, підщепа М.4 показала трохи кращий вихід плодів вищого і першого товарних сортів у порівнянні з насіннєвою підщепою в усіх варіантах удобрення.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТУ АЙДАРЕД ЗА РІЗНИХ ТИПІВ СОРТОПІДЩЕПНИХ КОМБІНУВАНЬ ТА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ (у цінах 2023р)

Промислове виробництво плодів є складною системою, що базується на комплексному застосуванні природних, матеріальних, фінансових і трудових ресурсів. В умовах ринкової економіки ця система має забезпечувати високу економічну ефективність. З огляду на це, зростає значення прибутковості аграрного бізнесу. Ефективне використання та розробка технологій, які відповідають регіональним особливостям, веде до виробництва конкурентоспроможної продукції, що сприяє розвитку сільського господарства в Україні [47].

Інтенсифікація садівництва включає в себе ефективне застосування агротехнічних заходів з метою підвищення обсягів виробництва якісних плодів на одиницю площі при одночасному зниженні вартості їх виробництва. Цього можна досягти через впровадження прогресивних методів ведення культури, важливою частиною яких є раціональна система удобрення.

Наукові дослідження доводять, що технології, які знижують енергетичні витрати на одиницю продукції і одночасно підвищують продуктивність рослин, є економічно вигідними.

Оцінка економічної ефективності різних агротехнічних методів та інноваційних технологій заснована на ключових економічних показниках, визначених відповідно до встановлених стандартів і норм. Економічний успіх технологій вирощування вимірюється за допомогою урожайності на одиницю площі та фінансових показників, таких як собівартість, рентабельність та прибутковість, які демонструють переваги удосконалених методів у порівнянні з традиційними. Ці показники є взаємопов'язаними: збільшення урожайності може спричинити підвищення доходів і зниження витрат на одиницю продукції [48].

Нами було проаналізовано витрати на вирощування плодів яблуні, використовуючи різні системи удобрення, розглянуті у дипломній роботі, з

метою відхилення надто дорогих підходів. Деталі цього аналізу представлені в таблиці.

Таблиця 8

Економічна ефективність використання різних систем удобрення для сорту Айдаред за різних типів сортопідщепних комбінувань (у цінах 2023 р.)

Сортопідщепне комбінування	Варіант удобрення	Урожайність насаджень, т/га	Реалізаційна ціна, грн/кг	Вартість продукції, тис. грн/га	Виробничі витрати, тис. грн/га	Собівартість плодів, тис. грн/т	Умовно чистий дохід, тис. грн	Рівень рентабельності, %
Айдаред на насіннєвій підщепі	Без добрив (контроль)	14,2	11	156200	78312	5515	77888	99
	Гній 40 т/га	17,9	12	214800	117974	6591	96826	82
	20 т/га гною +N_{60} P_{60} K_{60}	17,4	12	208800	118862	6831	89938	76
	$N_{120}P_{120}K_{120}$	16,5	12	198000	119750	7258	78250	65
Айдаред на М.4	Без добрив (контроль)	12,6	11	138600	78312	6215	60288	77
	Гній 40 т/га	15,2	12	182400	117974	7761	64426	55
	20 т/га гною +N_{60} P_{60} K_{60}	14,3	12	171600	118862	8312	52738	44
	$N_{120}P_{120}K_{120}$	13,9	12	166800	119750	8615	47050	39

Економічні розрахунки були виконані за цінами, що діяли у жовтні 2023 року, враховуючи динамічні зміни в складових витрат, оскільки одним з ключових завдань сучасного конкурентоспроможного виробництва завжди є виробництво рентабельної продукції.

Аналіз економічної ефективності показав, що рівень рентабельності для насіннєвої підщепи сорту Айдаред був найвищим у контрольному варіанті, де добрива не вносилися і становив 99%. Це пов'язано із значно нижчими

виробничими витратами. За удобрених варіантів, на цій же сортопідщепній комбінації найвищий рівень рентабельності спостерігався при використанні гною 40 т/га і становив 82%. Собівартість плодів була найнижчою у контрольному варіанті без добрив і становила – 5515 грн/т, але збільшувалася з внесенням добрив, досягаючи максимуму при використанні норми $N_{120}P_{120}K_{120}$ і становила 7258 грн/т

Стосовно Айдареда на М.4 підщепі, врожайність також була вищою за удобрених варіантів порівняно з контролем, але рівень рентабельності та умовно чистий дохід були нижчими, ніж для насіннєвої підщепи. Найвищий умовно чистий дохід для М.4 був при використанні гною 40 т/га і становив 64426 тис. грн. Рівень рентабельності для підщепи М.4 був нижчим у всіх варіантах удобрення порівняно з насіннєвою підщепою, з найвищим показником у контрольному варіанті –(77% та найнижчим при $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 39%. При цьому собівартість плодів для М.4 була вищою за всіх варіантів удобрення порівняно з насіннєвою підщепою, що вказує на вищі витрати виробничі витрати на одиницю продукції для цієї підщепи.

В цілому застосування органічної системи удобрення (гній 40 т/га) здається найбільш вигідним з точки зору збільшення урожайності та вартості продукції, хоча вона також підвищує виробничі витрати. Комбіноване та мінеральне удобрення забезпечують менше зростання умовно чистого доходу та рентабельності, що пов'язано зі зростанням витрат, які не повністю компенсуються збільшенням урожайності та покращенням якості плодів.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування плодових насаджень яблуні

Моделювання ризиків у процесі культивування яблунь є ключовим для забезпечення безпеки та ефективності виробництва [49]. Основні ризики, які можуть виникнути під час вирощування яблунь, включають:

- Ризик травмування під час використання тракторів, землеробських інструментів та обладнання для збору врожаю. Несправне використання або недотримання правил безпеки може призвести до аварій.
- Мануальні роботи, такі як обрізка гілок чи збір плодів, можуть спричинити різані рани, удари або травми від неправильного підйому вантажів.
- Використання хімічних речовин, таких як пестициди чи добрива, може становити ризик отруєнь або шкідливих впливів на шкіру та дихальні шляхи при неправильному застосуванні.
- Ризики, пов'язані з нерівними поверхнями, складним доступом, недостатнім освітленням або браком захисного обладнання, можуть призводити до падінь та інших інцидентів.

Управління цими ризиками включає використання відповідного обладнання, навчання персоналу з безпеки, застосування заходів безпеки при роботі з хімікатами та регулярні перевірки умов праці [49].

Потенційні сценарії травмування:

- Аварії з технікою. Столкнення з обладнанням під час обробки ґрунту.
- Травми від різання. Ранення пальців або рук через неправильне використання гострих інструментів.
- Хімічне забруднення. Ризик отруєння під час роботи з пестицидами та добривами.

Заходи профілактики:

- Навчання та інструктаж. Проведення тренувань та інструктажів з безпеки для робітників.
- Захисне обладнання. Забезпечення робітників необхідними засобами захисту, як-от рукавиці, окуляри, маски.
- План надзвичайних ситуацій. Розробка та тренування персоналу за планом реагування на надзвичайні ситуації.

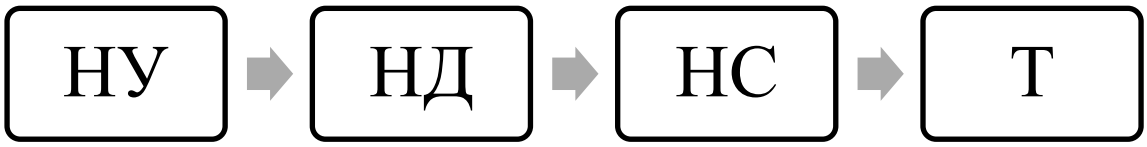


Рис. 5. Схема потенційного травмування при вирощуванні яблуні: НУ (Небезпечна Умова): нестабільне розміщення садової драбини під час обрізки верхівок дерев. НД (Небезпечна Дія): обрізувальник, ігноруючи правила безпеки, виходить на драбину, тримаючи в руках гострий секатор. НС (Небезпечна Ситуація): ризик падіння з драбини, маючи в руках секатор. Т (Травма): потенційне травмування внаслідок падіння.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища під час вирощування насаджень яблуні

Яблуневе виробництво безпосередньо впливає на екологію через використання пестицидів, зміни у структурі та складі ґрунту, використання води, зниження біорізноманіття та інші чинники. Довготривале вирощування яблуні як монокультури може призводити до змін у ґрунті, знижуючи його родючість та продуктивність. Тому захист навколишнього середовища та систематичний аналіз стану ґрунтів стають ключовими для забезпечення їх достатньою кількістю органічних речовин та мінералів [50].

Постійний моніторинг агроекологічних параметрів ґрунту у садівництві є необхідним для знаходження шляхів підвищення їх родючості та поліпшення екологічного стану. Стале вирощування яблунь, орієнтоване на екологічну

стійкість, вимагає комплексного підходу та врахування різних аспектів. До методів збереження екологічного балансу відносяться:

- Вибір оптимальних методів утримання ґрунту, включаючи мульчування та задерніння, для підтримання родючості та біорізноманіття;
- Мінімізація механізованої обробки ґрунту для запобігання ерозії та збереження його структури;
- Застосування інтегрованого захисту рослин з обмеженим використанням хімікатів та впровадженням біологічних методів для зниження впливу пестицидів;
- Ефективне використання води через системи краплинного зрошення для зменшення водоспоживання.

Ці практики спрямовані на мінімізацію впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля та створення стійких систем вирощування яблунь, які одночасно забезпечують високі врожаї, зберігають родючість ґрунту і підтримують екологічну стабільність. Збалансований підхід до вирощування яблуні сприяє збереженню навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

1. Внесення добрив сприяло збільшенню гумусованості. Найвищий вміст гумусу спостерігався у варіантах за органічної та органо-мінеральної систем удобрення.

2. Концентрація $N\text{-}NO_3$ у ґрунті в усіх дослідних варіантах перевищувала нижню межу оптимального рівня, який складає 22-25 мг/кг у шарі ґрунту 0-40 см. Високі показники були зафіксовані на ділянках з органічними та органо-мінеральними системами удобрення, де вміст $N\text{-}NO_3$ був на 9,4 і 8,1 мг/кг вищий за верхню межу оптимального рівня.

3. Найбільший вміст рухомого фосфору було виявлено за органічної системи удобрення у варіанті з внесенням гною у нормі 40 т/га.

4. Найвища урожайність на обох типах підщеп спостерігалася при використанні органічного удобрення (гній 40 т/га), де урожайність для Айдаред на насіннєвій підщепі складала – 17,9 т/га, а на М.4 – 15,2 т/га.

5. Внесення добрив позитивно впливало на вихід плодів яблуні сорту Айдаред вищого і першого товарних сортів для обох варіантів підщепи.

6. Для насіннєвої підщепи сорту Айдаред був найвищим у контрольному варіанті.

7. Застосування органічної системи удобрення (гній 40 т/га) є найбільш вигідним з точки зору збільшення урожайності та вартості продукції, хоча вона також підвищує виробничі витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Господаренко Г. М. Удобрення садових культур. Київ: СІК ГРУП Україна, 2017. 340 с.

2. Копитко П. Г. Удобрення плодових і ягідних культур. Київ: Вища школа, 2001. 206 с.

3. 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.

4. 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

5. Zhao Z P, Tong Y A, Liu F, Wang X Y. 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. 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.

7. Яковенко Р. В. Агрохімічне обстеження ґрунтів під плодові насадження. Сучасний сад та його інтегрований захист. Пропозиція нова. (спецвипуск). Київ, 2012. С. 26–27.

8. Яковенко Р. В. Де якому саду місце. Садівництво по українськи. №2. 2015. С. 74-75.

9. Sereda I. I. Vplyv peredposadkovoho ta potochnoho okulturennia na vodnofizychni vlastyvosti dernovo-pidzolystoho pishchanoho hruntu, mineralne zhyvlennia ta produktyvnist yabluni. Sadivnytstvo. Kyiv: Nora-print, 1999. Vyp. 49. S.116-124.

10. Polupan M. I., Solovei V.B., Velychko V. A. Klasyfikatsiia gruntiv Ukrainy. Kyiv: Ahrarna nauka, 2005. 300 s.

11. Козак В. М. Агроекологічні основи збереження родючості грунтів в промислових насадженнях яблуні та їх якісна оцінка в садівництві України: автореф. дис. … д. с-г. наук: 06.01.03. Харків, 1999. 32 с.

12. Чиж О. Д., Середа І. І. Оптимізація мінерального живлення яблуні на чорноземі типовому, сірому лісовому та дерново-підзолистому грунтах. Садівництво. 1992. Вип.41. С.64-68.

13. Kozak N. V. Problems of Soil Productivity in Horticulture. Eurasian Soil Science. Nov. 26 (10).1994. S.84-95.

14. Гриник І. В., Омельченко І.К., Литовченко О.М. Шляхи вирішення проблем у розвитку садівництва України. Садівництво. 2012. Вип. 65. С.5–19.

15. Smith P. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. European journal of agronomy. 2004. Vol. 20. P. 229-236.

16. 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.

17. Горбань В. А. Співвідношення екологічних функцій ґрунтів та їх екологічних властивостей. Ґрунтознавство. 2008. Т. 9. № 1–2. С. 124–127.

18. 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.

19. Копитко П. Г. Формування ґрунтового покриву в садахта шляхи її оптимізації. Ґрунтознавство: тези доповідей III з'їзду агрохіміків та ґрунтознавців. Харків, 1990. С. 87-89.

20. Копитко П. Г., Яковенко Р. В., Садовський І. С. Особливості удобрення плодових насаджень за різного утримання ґрунту в міжряддях. Агрохімія і ґрунтознавство. Спец. випуск до XI з'їзду УТГА. 2018. С. 171–173.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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. Вип. 25. С. 56–61.

26. Neilsen D, Neilsen G H. Efficient use of nitrogen and water in high-density apple orchards. Hort Technology. 2002. Vol. 12. P. 19–25.

27. Wójcik P. Nawozy i nawożenie drzew owocowych. Warszawa. 2009. 252 p.

28. 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.

29. 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 Hortic. 2002. Vol. 594. P. 357–359. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.594.44.

30. Мельник О.В. Потреба в азоті. Новини садівництва. 2002. №1. С. 27.

31. Малюк Т.М. Вплив системи внесення добрив на азотний режим ґрунту і продуктивність насаджень груші. Наук. вісник НУБіП України. 2009. №63. С. 116– 122.

32. Середа І. І. Агротехнологічні основи вирощування яблуні на грунтах легкого гранулометричного складу: дис. д-ра с.-г. наук: 06.01.07. Інститут садівництва УААН. 2003. 446 с.

33. 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. HorticultureDept. College ofAgric. 2019. Vol. 22. DOI: https://doi.org/10.26682/avuod.2019.22.1.14.

34. Hipps 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.

35. 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.

36. Врона Д. Плодоношення і якість яблук сорту Джонагоред в залежності від осіннього удобрения азотом і підщепи. Садівництво. 2005. Вип. 57. С. 356–360.

37. Соболь 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.

38. 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 characte-ristic of «Fuji» apple in two dominant production regions of China. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. 2017. Vol. 28(1). P. 105–114.

39. Куян В. Г. Плодівництво : підручник. Київ : Аграрна наука. 1998. 472 с.

40. Каблучко Г.О., Гапоненко Б.К. Плодівництво. Київ : Вища школа, 1990. 265 с.

41. Характеристика сорту яблуні Айдаред URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Айдаред (дата звернення: 28.10.2023).

42. Недвига М. В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. Київ : Урожай. 1994. 344 С.

43. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. /В.Г. Дідора, О.Ф. Смаглій, Ермантраут Е. Р., та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.

44. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07– 322 01] К.: Держспоживстандарт України, 2005. 6 с.

45. 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.

46. Державний стандарт України ДСТУ 8133:2015 Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови [Чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ : Галузевий стандарт України, 2015. 11 с.

47. Економічне обґрунтування інтенсивних технологій вирощування яблуні / І. І. Хоменко, Г. В. Панасенко, Л. А. Костюк та ін.. Садівництво. 2001. Вин. 52. С. 274-278

48. Методика економічної оцінки типів насаджень, сортів плодових і ягідних культур і результатів технологічних досліджень у садівництві / За ред О. М. Шестопаля. Київ: ІС УААН, 1992. С. 20.

49. М. М. Сакун, І. В. Москалюк, О. О. Атрашкова, А. М. Яковенко Охорона праці в галузях сільського господарства : навч. посіб. Одеса. 2019 457 с.

50. 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

ДОДАТКИ