

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Медичний факультет
Кафедра хімії та фармації

**ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ
ТЕПЛИЧНОГО ҐРУНТУ**

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: студентка 2 курсу

Спеціальності 102 Хімія

Освітньо-професійної (наукової)

програми Хімія

Шевченко Анна Віталіївна

Керівник д.х.н., проф. Близнюк В. М.

ст.викладач Прийменко А.О.

Рецензент к.б.н., доц. Гасюк О.М.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. Загальна характеристика ґрунтів та методи відбору проб ґрунту для аналізу.....	6
1.1. Характеристика ґрунтів та їх класифікація.....	6
1.2. Хімічний склад ґрунту.....	9
1.3. Характеристика тепличних ґрунтів.....	18
1.4. Пробовідбір та підготовка проб ґрунту до аналізу.....	21
РОЗДІЛ 2. Визначення фізико-хімічних показників якості тепличного ґрунту.....	24
2.1. Методики визначення деяких показників ґрунту для теплиць....	24
2.2. Аналіз експериментальних даних щодо визначення деяких показників якості ґрунту для теплиць.....	34
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТОК.....	59
Додаток А. Зовнішній вигляд ґрунтів різних типів	60

ВСТУП

Розвиток тепличних технологій протягом останніх 10 років різко популяризувався з огляду на свою перспективність і окупність. Вирощування рослин у закритому ґрунті є актуальним, бо вони користуються великим попитом серед споживачів, особливо в зимовий і ранній весінній періоди року [1, с. 341].

В Україні на даний час нараховується до 48 потужних сільськогосподарських підприємств із загальною площею 470га скля них теплиць. Більшість з них зосереджена у великих тепличних комбінатах і біля 4400 га плівкових теплиць фермерського і присадибного типу [2, с. 35].

Для розвитку тепличного господарства необхідно обґрунтовано підібрати ґрунт [6, 15].

Актуальність теми. Одним з основних факторів, що впливають на кількісні та якісні характеристики вирощеної продукції, є тепличний ґрунт.

Необхідною умовою для отримання високого врожаю є висока якість кореневої системи рослин, яка забезпечується якістю тепличного ґрунту.

Склад тепличного ґрунту зазначається виробником на упаковці. В той же час виробник сільськогосподарських культур повинен бути впевненим у відсутності фальсифікацій. Фальсифікації виявляють за допомогою аналітичного контролю.

Для покращення структури тепличного ґрунту до нього обов'язково вносять структуроутворювачі, а саме: компост, перегній, тирсу, солому, скошену траву, пісок, лушпиння, перліт та інші матеріали. Внесення структуроутворювачів поліпшує надходження повітря до коріння [3].

Тому, тема «Визначення якості тепличного ґрунту» є актуальною на сьогоднішній день.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконане відповідно до наукової теми кафедри хімії та фармації Херсонського державного університету «Екологічні проблеми сучасності та екологічний моніторинг».

Мета дослідження – провести аналітичний контроль тепличного ґрунту відібраного для аналізу та встановити відповідність їх якості вимогам чинних стандартів за деякими показниками.

Для досягнення поставленої мети у роботі було намічено вирішити наступні завдання:

1. Навести класифікацію і характеристику ґрунтів та їх компонентів;
2. Охарактеризувати тепличний ґрунт і показники його якості;
3. Розкрити методи пробовідбору, підготовки проб ґрунту до аналізу;
4. Визначити деякі показники якості відібраного для аналізу тепличного ґрунту та порівняти рівень якості досліджених зразків ґрунтів із чинними стандартами та інформацією виробника.

Об'єкт дослідження – тепличний ґрунт трьох різних виробників.

Предмет дослідження – показники якості ґрунту для теплиць та їх аналітичний контроль.

У процесі виконання роботи були використані такі методи дослідження:

- органолептичний метод для визначення вмісту механічних домішок розміром більше 0,5 см у тепличному ґрунті [4];
- гравіметричний метод для визначення гігроскопічної вологи, загальної вологості, об'ємної маси, густини твердої фази, загальної пористості та об'єму пор, що зайняті водою, повітропроникності, вмісту органічної речовини, зольності та вмісту механічних домішок розміром менше 0,5 см [4];
- електрометричний метод (кондуктометрія) для визначення пито-

мої електропровідності водної витяжки з ґрунту, а також загальної мінералізації;

– колориметричний метод для визначення рН водної витяжки з ґрунту [5];

– якісний аналіз для ідентифікації у водній витяжці з ґрунту йонів SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} , NO_3^- , NH_4^+ [6];

– титриметричний метод для визначення вмісту йонів Кальцію та Магнію у водній витяжці з ґрунту [7];

– фотометричний метод для визначення вмісту фосфат- та нітрат-іонів та йонів амонію у водній витяжці із ґрунту.

Об'єм та структура роботи. Робота складається зі вступу, двох основних розділів, висновків та списку використаних джерел (40 найменування), одного додатку, містить 9 рисунків та 14 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 62 сторінки, основна частина – 56 сторінок.

Наукова новизна одержаних результатів. Набуло подальшого розвитку питання стосовно визначення якості тепличних ґрунтів різних виробників.

Практичне значення одержаних результатів. Матеріали дослідження можуть бути використані учителями хімії в процесі проведення факультативних занять у закладах загальної середньої освіти.

Апробація результатів дослідження. Результати досліджень, викладених у кваліфікаційній роботі були оприлюднені у збірнику наукових матеріалів ЛІІ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Осінні наукові читання». Кількість публікацій – 1.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТІВ ТА МЕТОДИ ВІДБОРУ ПРОБ ҐРУНТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ

1.1. Характеристика ґрунтів та їх класифікація

Ґрунт – представляє собою складну поліфункціональну, полідисперсну, гетерогенну, відкриту чотирифазну структурну систему в поверхневій частині кори вивітрювання гірських порід, що характеризується родючістю і є комплексною функцією гірської породи, організмів, клімату, рельєфу та часу.

Виділяють такі типи ґрунтів: глинисті, торф'яно-болотні, піщані, суглинисті, вапняні, супіщані, дернові та кам'янисті ґрунти. У чистому вигляді зустріти ґрунти майже неможливо. Як правило, той чи інший вид має домішки іншої породи.

Глинисті ґрунти. Відрізняються великою щільністю, в'язкістю, легко злипаються і є важкими і важкооброблюваними, (додаток А, рис А.1). При перекопуванні такі ґрунти не розсипаються, а утворюють великі грудки, які дуже важко розбити та подрібнити. Якщо дати скопаній землі полежати, то грудки знову злипаються, і перекопування доводиться здійснювати практично заново. Через ущільнення глинисті ґрунти характеризуються поганою повітропроникністю, що обмежує постачання киснем коренів рослин, а також мікроорганізмів, що мешкають в ґрунті. Відсутність достатньої кількості кисню уповільнює розкладання органічних речовин на кінцеві продукти розпаду, що збіднює ґрунт і позбавляє рослини цінних поживних речовин [8].

Піщані ґрунти. Мають великий вміст піску, малу частку глинистих мінеральних часток та незначний вміст перегною. Завдяки своїй сипучій зернистій структурі легкі в обробці, швидко піддаються ерозії, мають

підвищену повітро- і водопроникність, але не утримують вологу, добре прогріваються, а також швидко остигають (додаток А, рис А.2).

Істотним недоліком піщаних ґрунтів є збіднене біологічне життя в них, оскільки ґрунтові мікроорганізми відчують брак вологи та поживних речовин. Це неминує тягне за собою брак активних і поживних речовин рослин. У такі ґрунти доводиться частіше вносити органічні добрива, які стають чи не єдиним джерелом живлення рослин на таких ґрунтах. Але і це не завжди має належний ефект, оскільки добрива швидко розкладаються водою, яка легко надходить в піщані ґрунти, і розчинені в ній речовини вимиваються, проходячи безпосередньо в нижні шари ґрунту [8].

Суглинисті ґрунти. Відносяться до числа сприятливих для садівництва та землеробства. Структура суглинистих ґрунтів відрізняється зернистою грудкуватістю, в її складі присутні і досить великі тверді ґрунтові частинки і пилоподібні компоненти (додаток А, рис А. 3). Ці ґрунти легко обробляти, вони не утворюють щільних грудок і не злежуються після обробки. Багаті мінеральними речовинами та елементами, містять велику кількість поживних речовин, запас яких поповнюється завдяки діяльності ґрунтових мікроорганізмів і багатого біологічного життя. Суглинисті ґрунти характеризуються високою повітропроникністю і водопроникністю, добре затримують вологу, швидко та рівномірно прогріваються з настанням тепла та добре підтримують постійний температурний режим [8].

Вапняний ґрунт. Клас ґрунтів, які в середньому наполовину складаються з вапна. Тому вони і отримали назву «вапняні». Решта 50 % - це глина чи пісок. Під час дощів на їх поверхні формується кірка, яка не дає можливості волозі і повітрю проникати в глибину (додаток А, рис А.4). Відрізняються високим вмістом солей кальцію і мають лужну реакцію. Вони також схожі за своїми якостями на піщані і дуже бідні на корисні речовини [8].

Дернові ґрунти. Дернові ґрунти утворилися на основі лугових трав, які, як правило, росли на відкритій зволоженій території (додаток А, рис А.5). У процесі перегною трав утворився дерен, збагачений всілякими мікроелементами не тільки на поверхні, але і в товщі самого ґрунтового шару. Дернові ґрунти містять практично таку ж кількість гумусу, як і чорнозем. У процесі виносу з верхніх шарів мінеральних і органічних колоїдів, молекулярно-розчинених сполук, в ґранті збільшується відносна концентрація нерозчинного кремнезему. Дерново-підзолисті ґрунти збіднені на гумус і легко рухомі мінеральні сполуки. В таких ґрунтах міститься порівняно невелика кількість поживних речовин, необхідних для насаджень. У більшості випадків дерново-підзолисті ґрунти мають неміцну, слабовиражену структуру [8].

Супіщані ґрунти. Мають багато характеристик піщаних ґрунтів, але в більш збалансованому співвідношенні. Супіщані ґрунти повітропроникні, мають високу водопроникність, добре вбирають і утримують вологу, утримують мінеральні і поживні речовини, не даючи їм вимиватися з ґрунту. Супіщані ґрунти характеризуються розвиненим біологічним життям. У таких ґрунтах створюється сприятливе середовище для укорінення і розвитку кореневої системи рослин: завдяки підвищеній повітропроникності ґрунту забезпечується вільний доступ кисню у ґрунт, а сильна капілярна система постачає коріння водою і поживними речовинами. Поверхня супіщаного ґрунту швидко висихає після зволоження, не утворює кірки і не пересихає вглиб до рівня вкорінення рослин (додаток А, рис А.6). Завдяки достатньо сипучій структурі супіщані ґрунти швидко прогріваються і гнучко реагують на перепад денних та нічних температур [8].

Торф'яно-болотні ґрунти. Складаються з органічної речовини, багаті Нітрогеном, який часто знаходиться в малодоступній для рослин формі. Ці ґрунти містять мало Калію і критично мало Фосфору. Однак зустрічається такий їх різновид, як торфовівіанітові ґрунти. У них вміст Фосфору, навпаки, великий, але він перебуває у складі сполук, недоступ-

пних для рослин. Торф'яно-болотні ґрунти також характеризуються підвищеною повітро- та водопроникністю, але часто зайвим вмістом вологи (додаток А, рис А.7). Торф'яністі ґрунти повільно прогриваються, оскільки торф погано проводить тепло [8].

Кам'яністі ґрунти. Зустрічаються за визначенням на схилах пагорбів і гір. Значну частку в їх структурі складають камені або щільні кам'яністі породи, що не відрізняються родючістю (додаток А, рис А.8). Ці ґрунти добре прогриваються і довго утримують тепло, але активне життя мікроорганізмів в них відсутнє, а мікроелементи швидко вимиваються або вивітрюються разом з породами, що містять їх. Вода також не затримується в структурі ґрунту [8].

Чорноземи. Це ґрунти високої потенційної родючості. Стійка зернисто-грудкувата структура, високий вміст гумусу, великий відсоток Кальцію, гарні водовбирна та водоутримуюча здатність дозволяють рекомендувати їх, як кращий варіант для вирощування сільськогосподарських культур (додаток А, рис А.9), [9].

1.2. Хімічний склад ґрунту

Ґрунт є верхньою частиною кори вивітрювання літосфери, тим самим, майже повністю успадковує її хімічний склад. Близько половини частини ґрунту займає Оксиген. Друге місце, майже четверту частину, займає Силіцій. Приблизно десяту частину – Алюміній та Ферум. Всього лише декілька відсотків займають Кальцій, Магній, Натрій та Калій. На всі інші елементи, за винятком Карбону, припадає менше одного відсотка. Окрім зазначених елементів, у ґрунті наявна вода, гази та органічні речовини. Проте необхідно зауважити, що суттєві зміни у вмісті біогенних елементів пов'язані з живою фазою. Зокрема, Карбону у ґрунтах в понад 20 разів більше, ніж у літосфері, а Нітрогену – у 10. Оскільки

Гідроген є елементом води, то і його вміст вищий. У більшості випадків ґрунти майже на 90 % представлені мінеральними елементарними ґрунтоутвореними частинками, а тому їх валовий хімічний склад буде визначатись в основному складом і кількісним співвідношенням мінералів [10].

Серед основних мінералів крупну фракцію складають кварц і польові шпати, а тонкодисперсну – глинисті алюмосилікати. Відповідно до цього, у валовому хімічному складі ґрунтів переважають Оксиген і Силіцій, менше Алюмінію, дуже мало Феруму, Титану, Кальцію та Натрію, інші елементи – у мікрокількостях.

Хімічний склад варіює з глибиною. На різній глибині ґрунтового профілю знаходяться різні кількості елементів. Різниця у валовому хімічному складі окремих горизонтів ґрунтового профілю використовується для визначення хімічного перетворення породи.

Хімічний склад ґрунту може формуватися під впливом таких елементарних ґрунтоутворних процесів: опідзолення, знемулення, лесиваж, відбілювання (зняття залізних плівок з крупних частинок у верхній частині профілю та їх перенесення у нижню, ілювіальну), осолодіння (руйнування мінералів у лужному середовищі у верхній частині та винос продуктів руйнування до ілювіальної частини), глеєелювіальний процес (руйнування мінералів у відновних умовах у верхній частині профілю та винесення продуктів руйнування в ілювіальну).

Мінеральна частина. Мінеральна частина утворюється з мінералів і гірських порід, тісно пов'язана з вивітрюванням. Всі мінеральні утворення поділяються на первинні та вторинні. До первинних відносяться: мінерали, утворені з магми без зміни хімічного складу. Вони зосереджені в великих частинках (0,001 мм), і визначають скелетність ґрунту. Вторинні – знаходяться в тонкодисперсному стані та утворюються з первинних мінералів на поверхні або близько до поверхні землі. Характеризуються більшою поглинальною здатністю та високодисперсністю.

Мінеральна частина ґрунту зазвичай складає до 90-97 % маси ґрунту, мінералогічний склад ґрунту найчастіше відображає мінералогічний склад материнської гірської породи, який частково трансформується в процесі ґрунтоутворення [11].

Перетворення гірських порід на поверхні Землі відбувається в результаті вивітрювання. *Вивітрювання* (гіпергенез) – процес механічного руйнування та хімічної зміни гірських порід і мінералів. При цьому утворюються інші породи і синтезуються нові мінерали. Вивітрювання – єдиний процес, але для зручності його розуміння виділяють три взаємозв'язані форми: фізичну, хімічну та біологічну.

Фізичне вивітрювання – є механічним подрібненням гірських порід і мінералів без зміни їх хімічного складу, під дією фізико-механічних факторів: змін тиску, температури, діяльності води, льоду, вітру тощо. В результаті фізичного вивітрювання гірська порода набуває нових властивостей, вона пропускає крізь себе повітря, воду і здатна затримувати певну їх кількість. Збільшується загальна поверхня уламків даної породи, що сприяє інтенсифікації хімічних процесів. Хімічний склад породи не змінюється [12].

Хімічне вивітрювання – це процес хімічного руйнування гірських порід і мінералів, що супроводжується утворенням нових мінералів під дією агентів: води, кисню, вуглекислого газу.

Найважливішими факторами хімічного вивітрювання є:

- розчинення у воді мінеральних сполук;
- гідроліз (взаємодія мінералів з водою);
- окиснення-відновлення;
- карбонатизація;
- коагуляція тощо.

Вода – є універсальним розчинником на планеті. Розчинення мінералів водою прискорюється підвищенням температури і насиченням її вуглекислим газом, який підкислює середовище. Руйнування гірських

порід у субтропічному і тропічному поясах йде в кілька разів швидше ніж у помірному і полярному. В результаті хімічного вивітрювання змінюється хімічний склад мінералів, руйнується їх кристалічна решітка, порода збагачується вторинними мінералами і набуває таких властивостей як в'язкість, пластичність, вологоємність, вбирна здатність та інших.

Біологічне вивітрювання – представляє собою механічне руйнування і хімічне перетворення гірських порід під впливом живих організмів і продуктів їх життєдіяльності. В результаті біологічного вивітрювання організми засвоюють з гірської породи необхідні їм для побудови свого тіла мінеральні речовини і акумулюють їх у поверхневому шарі земної кори, що сприяє формуванню ґрунту. Корені рослин, мікроорганізми виділяють в навколишнє середовище різні кислоти, які руйнують мінерали і посилюють процес вивітрювання.

Характер вивітрювання залежить від умов навколишнього середовища та від мінералогічного складу самої породи. Для вивітрювання потрібна енергія, її джерелом є сонячна радіація, ступінь використання якої залежить від атмосферного зволоження. Тому в аридних (сухих) ландшафтах інтенсивність вивітрювання низька, а в гумідних (вологих), особливо тропічних (теплих) різко збільшується [12].

Гігроскопічна вода. Гігроскопічна вода – різновид зв'язаної води в ґрунтах і пухких породах, яка формується за рахунок адсорбції поверхнею мінералів парів води. Гігроскопічна волога утворюється внаслідок здатності дрібних частинок ґрунту поглинати молекули вологи з повітря. Завдяки цьому тверда частинка вкривається тонкою плівкою вологи. Ця форма вологи утримується значними молекулярними силами. Гігроскопічна волога характеризується особливими властивостями. Вона не замерзає і не розчиняє солей.

Кількість поглиненої вологи залежить від природи речовини, температури і кількості водяної пари, що знаходиться в ґрунтовому повітрі. Максимальна кількість вологи, яка може поглинутися з повітря подріб-

неною речовиною, визначається в ексикаторі над 10%-ним розчином сульфатної кислоти, яка підтримує вологість повітря у 94%. Визначена таким чином величина вологи називається максимальною гігроскопічністю. Гігроскопічна волога з повітря притягується силою поверхневої енергії дрібнодиспергованих ґрунтових частинок. Молекули води утримуються ґрунтовими частинками з великою силою (до 10 000 атмосфер), через що гігроскопічна волога рослинам не доступна. Характерно, що навіть при максимальній гігроскопічності поверхня частинок ґрунту не має суцільного шару молекул води [13].

Органічні речовини. Органічна речовина ґрунтів - це сукупність живої біомаси і органічних решток рослин, тварин, мікроорганізмів, продуктів їх життєдіяльності та особливих новоутворених органічних речовин ґрунту, що називаються гумусом. В органічній речовині ґрунту завжди присутня деяка кількість решток відмерлих організмів, які перебувають на різних стадіях розкладання, живі клітини мікроорганізмів, ґрунтова фауна [14].

Джерела органічної речовини в ґрунті

Рослини. Джерелами органічної речовини служать усі компоненти біоценозу, які потрапляють на поверхню або в товщу ґрунту і беруть участь у процесах ґрунтоутворення. Проте в абсолютній більшості наземних біоценозів найбільшу біомасу і річний приріст (первинну продукцію) мають зелені рослини. Ця біомаса (фітомаса) перевищує біомасу безхребетних тварин та мікроорганізмів у кілька десятків або сотень разів, а хребетних тварин – в декілька тисяч разів. Під лісом опале листя (опад), яке служить головним джерелом гумусу, надходять переважно на поверхню ґрунту. Меншою мірою в утворенні гумусу беруть участь коріння деревних рослин. В хвойному лісі опад містить багато дубильних речовин і тому розкладається мікроорганізмами дуже повільно. Він утворює підстилку різної потужності, яка розкладається переважно грибами. У змішаних і особливо в широколистяних лісах листяний опад

більш м'який, містить у своєму складі високу кількість зольних елементів, багатий Нітрогеном. У лісах такого типу в гумусоутворенні бере участь і опад трав'янистої рослинності, який багатий зольними елементами, зокрема карбонатами кальцію і магнію. Тому кислотність ґрунтів під такими лісами не настільки висока, в них більше Нітрогену та інших поживних елементів. Відповідно і рівень їх родючості вищий. На степовій або луговій рослинності спостерігається інший характер перетворень органічних речовин. У формуванні гумусу тут бере участь як надземна біомаса, так і маса коренів. Опад трав'янистої рослинності, на відміну від лісного опаду, більш багатий поживними елементами, зокрема Нітрогеном, тому тут формуються ґрунти з високою родючістю [15].

Тварини. Поряд з вищими рослинами великий вплив на ґрунтоутворення мають численні представники ґрунтової фауни – безхребетні і хребетні, які населяють різні горизонти ґрунту. За розмірами особин всіх представників ґрунтової фауни можна розділити на чотири групи: мікрофауна – організми, розміри яких менше 0,2 мм. Це головним чином найпростіші та інші мікроскопічні тварини, що живуть у вологому ґрунті; мезофауна – тварини розміром від 0,2 до 4 мм. Це кліщі, дрібні комахи, деякі багатоніжки і черв'яки, пристосовані до життя в ґрунті; макрофауна – складається з тварин розміром від 4 до 80 мм. Це земляні хробаки, багато комах, мурашки, терміти та інші; мегафауна – розміри тварин понад 80 мм. Це великі комахи, краби, скорпіони, кроти, змії, черепахи, дрібні і великі гризуни, лисиці, борсуки й інші тварини, що утворюють в ґрунті ходи і нори. Серед ґрунтових тварин переважають безхребетні. Їх сумарна біомаса в 1000 разів більше біомаси хребетних [15].

Функції ґрунтових тварин різноманітні: одна з них – руйнування, подрібнення і поїдання органічних залишків на поверхні ґрунту і всередині. Завдяки механічному дробленню і подрібненню поверхня рослинних залишків збільшується в сотні і тисячі разів, що істотно полегшує

подальше руйнування грибами і бактеріями. Крім того, тварини зтягають рослинні залишки в глиб ґрунту, надають їй структури, посилюють аерацію і утворення органо-мінеральних сполук. Прикладом виключно інтенсивного впливу тварин на ґрунт служить діяльність дощових черв'яків. Чарльз Дарвін писав у 1882 р. «навіть чи знайдуться інші тварини, які грали б таку велику роль в історії світу, як дощові черв'яки». Дійсно, на площі 1 га черв'яки щорічно пропускають через свій кишечник в різних ґрунтово-кліматичних зонах від 50 до 600 т дрібнозему. Разом з мінеральною масою при цьому поглинається і переробляється величезна кількість органічних залишків. У середньому маса екскрементів дощових черв'яків досягає 25 т/га в рік. Настільки ж велику роботу по переробці і перерозподілу органічної речовини здійснюють комахи та інші тварини. Ґрунтові тварини накопичують у своїх тілах елементи живлення, які після природної загибелі тварини повертаються в ґрунт. Перероблена ґрунтовою фауною органічна речовина служить живильним середовищем для ґрунтових мікроорганізмів. Екскременти тварин утворюють зони підвищеної мікробіологічної активності, де процеси ґрунтоутворення йдуть швидше, так як в них беруть участь бактерії, гриби, щільність яких тут у десятки разів вища, ніж у навколишньому ґрунті. Діяльність риючих тварин (кротів, землерийок, ховрахів та ін.) має великий вплив на переміщення мас ґрунту, на формування своєрідного мікрорельєфу [15].

Мікроорганізми. Неможливо переоцінити роль мікроорганізмів (бактерій, грибів і водоростей) у трансформації органічної речовини у процесах ґрунтоутворення. Якщо вищі рослини є головними продуцентами біологічної маси, то мікроорганізмам належить основна роль в глибокому і повному руйнуванні органічних речовин. Ґрунтові мікроорганізми здатні розкладати складні високомолекулярні сполуки до простих мінеральних речовин. Тому їх називають редуцентами, або біологічними деструкторами. У біомасі відмерлих мікроорганізмів міститься близько

12 % Нітрогену, 3 % Фосфору і 2 % Калію. При її розкладанні близько третини поживних речовин використовують самі мікроорганізми, а дві третини рослини.

Гумус. Поряд з процесами розпаду органічних решток і мінералізацією органічних речовин в ґрунті протікає процес синтезу гумусових речовин, або гумусу. За сучасними уявленнями, гумус (у побуті ми називаємо його перегноем) являє собою комплекс проміжних продуктів трансформації органічних речовин ґрунту. На цей процес впливають всі живі організми, мінеральні речовини ґрунту, водний та повітряний режим, клімат тощо. Вміст і склад гумусу служать важливими показниками родючості ґрунтів та їх стійкості як компонента біосфери. Гумусові речовини утворюються з «уламків» біоорганічних молекул, які з'являються в ґрунті завдяки діяльності її живого населення. На роль органічних решток рослинного і тваринного походження в утворенні перегною звернув увагу ще М. В. Ломоносов [15].

Гумус – це джерело багатьох хімічних елементів, необхідних для живлення рослин, основа життя ґрунтових мікроорганізмів і безхребетних тварин, найважливіший фактор ґрунтової родючості. Крім того, гумус містить велику кількість фізіологічно активних речовин, а його вміст в ґрунті визначає інтенсивність надходження у приземний шар повітря, а отже, ефективність фотосинтезу рослин. Однак в останні десятиліття було виявлено, що ведення сільського господарства без турботи про підтримання запасів гумусу в ґрунті призвело до помітного скорочення його кількості. З запасом гумусу тісно пов'язані фізичні властивості ґрунту. Ґрунти з високим вмістом гумусу мають хорошу структуру, навесні вони швидше просихають і «дозрівають», тобто стають придатними для обробки.

Мікроелементи. Багато елементів у ґрунтах містяться в мікрокількостях (<10 %). Вони складають особливу групу мікроелементів. До них відносяться: Бор (В), Манган (Mn), Молібден (Mo), Купрум (Cu),

Цинк (Zn), Кобальт (Co), Йод (I), Флуор (F) та інші.

Кількість мікроелементів у ґрунтах насамперед визначається їх вмістом у вихідній материнській породі і впливом ґрунтоутворювального процесу на їхній подальший перерозподіл. При активному гумусоаккумулятивному процесі вони накопичуються у верхній частині профілю; при інтенсивному розвитку елювіальних процесів (опідзолювання, лесиваж і ін.) верхні горизонти ґрунту можуть збіднюватися мікроелементами. На поглинання мікроелементів ґрунтами при техногенному забрудненні впливають механічний склад, реакція, вміст гумусу і карбонатів, ємність поглинання й умови водного режиму.

У ґрунтах мікроелементи містяться в різноманітних формах: у кристалічних гратках мінералів у вигляді ізоморфної домішки, у формі солей і оксидів, у складі органічних речовин, у йонообмінному стані й у розчинній формі в ґрунтовому розчині.

На поведження мікроелементів і форми їхніх сполук у ґрунтах впливають окисно-відновні умови, реакція середовища, концентрація CO_2 і вміст органічної речовини. Зміна окисно-відновного стану ґрунтів істотно відбивається на поведженні мікроелементів із перемінною валентністю. Так, Манган при окисненні ($\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{Mn}^{4+}$) переходить у нерозчинні форми, а Хром ($\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{6+}$) і Ванадій ($\text{V}^{3+} \rightarrow \text{V}^{5+}$), навпаки, набувають рухливості і мігрують. При кислій реакції збільшується рухливість Cu, Zn, Mn, Co і Mo. Бор, Флуор і Йод рухливі в кислому і лужному середовищі.

Збільшення концентрації CO_2 у ґрунтовому розчині призводить до збільшення рухливості Mn, Ni, Ba у результаті переходу карбонатів у бікарбонати. Гумусові речовини й органічні речовини неспецифічної природи (мурашина, лимонна, щавлева й інші кислоти) можуть зв'язувати мікроелементи, утворюючи як розчинні, так і важкодоступні рослинам сполуки. У зв'язку з особливостями складу і властивостей ґрунту, розвитком ґрунтоутворюючого процесу у різноманітних ґрунтах спосте-

рігається неоднотипний розподіл як загального вмісту, так і рухливих форм мікроелементів. У чорноземних ґрунтах, як наслідок тривалого розвитку гумусово-акумулятивного процесу, максимальний вміст мікроелементів спостерігається в гумусовому горизонті і в міру зменшення вмісту гумусу у профілі поступово знижується і кількість мікроелементів із мінімумом їх у породі [16].

1.3. Характеристика тепличних ґрунтів

Тепличний ґрунт – спеціальний ґрунт, який використовують у теплицях для вирощування рослин. Як правило, він використовується багаторазово і дуже інтенсивно. На відміну від відкритого ґрунту, здатного до самовідтворення, хоча б часткового, тепличний ґрунт після ліквідації рослин не може цілком позбутися від шкідливих речовин, що залишились у ньому. Йому потрібно збагачення, підкормка і спеціальна підготовка до кожного сезону, а періодично – повна заміна.

Зміна ґрунту забезпечує своєчасний догляд за підґрунтовим шаром теплиці і дренажними пристроями, розташованими під ним. Нарешті, завдяки періодичній зміні об'єм ґрунту в теплиці буде стабільним, що важливо для харчового і водного режиму рослин. Чим більше буде в ґранті компонентів, тим більше можливостей у овочевих культур правильніше харчуватися і формувати величину та якість врожаю.

Основними компонентами тепличного ґрунту є торф, свіжа дернова земля, перегній, гнійно-земляний компост, польовий ґрунт з-під багаторічних трав, річковий пісок.

Кращими за фізичними властивостями вважаються ґрунти з співвідношенням твердої, рідкої і газоподібної фази 1: 1: 1. Тепличний ґрунт повинен бути не ущільненим, забезпечений усіма необхідними поживними речовинами в легкодоступній для рослин формі і вільний від шкідників і збудників хвороб. Перегній та компости, що використовуються

для тепличного ґрунту мають бути повністю знезараженими.

Якість тепличних ґрунтів повинна відповідати вимогам, що наведені нижче у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Показники якості тепличного ґрунту

Найменування показника	Значення показника
Масова частка сухої речовини (зо- льність), %, не менше	25
Вміст механічних включень, %, не більше: – включення каміння та інших сто- ронніх предметів більше 0,5 см менше 0,5 см	Не допускається 5
Об'ємна маса, г/см ³	0,4 – 1,0
Загальна пористість, % об'єму	60-90
Вологомісткість, % об'єму*	-
Повітропроникність, % об'єму*	-
Вміст органічної речовини, %*	-
Реакція середовища, рН*	-
Загальний вміст солей за величи- ною питомої електропровідності, мСм/см, не більше	2,0
Вміст елементів живлення, мікрое- лементів, мг/кг*: - Нітроген (NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺) - Фосфор водорозчинний - Калій водорозчинний - Магній водорозчинний - Манган рухливий - Бор рухливий	- - - - - -
*Значення показників встановлює виробник та вказує у супроводжую- чих документах.	

При виготовленні тепличних ґрунтів використовують торф різних видів, добре окультурений ґрунт, компости, дерев'яні відходи (кору, дрібну тріску, тирсу), опале листя, річковий пісок, глину, соломку різних культур.

Не допускається використання низинного, перехідного торфу із

зольністю більше 15 %, вапняні та фосфатні групи торфів, торфи, що утворюються на морських відкладах [17].

Вологість торфу не має перевищувати 65 %. При виготовленні тепличних ґрунтів можливе використання верхового торфу зі ступенем розкладання не більше 20 %, зольністю – 3-4 %.

Перегній та компост будь-якого виду, що використовують при виготовленні тепличних ґрунтів має бути знезараженим за певними стандартами.

Польовий ґрунт, що використовується при виготовленні тепличних ґрунтів, має відповідати показникам наведеним нижче у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Показники якості польового ґрунту, що використовують при виготовленні тепличних ґрунтів

Найменування показника	Норма
Об'ємна маса, г/см ³	1,1 – 1,5
Густина твердої фази, г/см ³	2,6 – 2,7
Пористість, %	42-60
Кислотність, рН	4,0-6,0

Дерев'яні відходи (кора та тирса) й солома мають відповідати показникам якості, що приведені нижче у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Показники якості дерев'яних відходів, що використовуються у виготовленні тепличного ґрунту

Найменування показника	Норма		
	кора	тирса	солома
Об'ємна маса, г/см ³	0,2-0,4	0,16-0,2	0,2 – 0,3
Густина твердої фази, г/см ³	1,4-1,6	1,9	2,0
Пористість, % об'єму	80-90	85	84
Вологість, %	60-80	50-60	10-14
Зольність, %	10-20	10-15	4-6
Кислотність, рН	5,6-6,5	5,5-6,0	5,5-6,0
Органічна речовина, %	85-90	85-90	95

1.4. Пробовідбір та підготовка проб ґрунту для аналізу

Для визначення певних хімічних інгредієнтів зважують на аналітичних терезах наважку лабораторної проби і дією різних реагентів переводять її в розчин повністю при валовому аналізі або частково при визначенні рухомих форм елементів, доступних для живлення рослин.

Для визначення компонентів проби відбирають з більшої кількості місць на поверхні та з різних глибин. Час відбору проб необхідно узгоджувати з етапами вегетації суходільних та водних рослин [17].

Відібраний для аналізу ґрунт висушують на повітрі протягом декількох діб. Висушування сприяє припиненню мікробіологічних процесів, які призводять до зміни вмісту біогенних елементів та органічних сполук. Повітряно-сухі зразки можна легко просіювати крізь спеціальні сита при підготовці проби для аналізу. Сухі зразки можна також добре перемішувати з метою відбору середньої проби. Однак потрібно враховувати, що при висушуванні змінюється рН, гідролітична кислотність, вміст Феруму (II) та доступних для рослин сполук Нітрогену, Фосфору тощо. Через це при спеціальних дослідженнях аналізують свіжий відібраний ґрунт.

Повітряно-сухий ґрунт масою 600-750 г розміщують на чистому папері і вилучають з нього корені рослин, каміння та інші включення. Великі грудки ґрунту розтирають у фарфоровій ступці і перемішують з основною масою.

Середню пробу готують до аналізу способом квартування. Для цього ретельно перемішану пробу розміщують на чистому папері у вигляді квадрата і шпателем ділять по діагоналі на чотири рівні частини. Дві протилежні частини об'єднують і з них відбирають пробу для аналізу, а інші дві висипають у коробку, закривають і зберігають для можливих повторних аналізів [17].

Щоб одержати однорідні зразки середню пробу перед аналізом

просіюють через сито з діаметром дірочок 0,25 мм. Частинки, які залишилися на ситі розтирають у ступці і знову просіюють. Просіювання через ґрунтові сита треба проводити з закритою кришкою і відкривати її не раніше ніж через 2-3 хв. після закінчення просіювання для того, щоб надати можливість осісти пилу і не втратити найбільш активну частину ґрунтів–мулисту фракцію. Таку підготовку середньої проби виконують для проведення валового аналізу. При підготовці ґрунтів для одержання витяжки досить просіяти пробу через сито з діаметром дірочок 1 мм.

Для відбору лабораторної проби просіяну середню пробу розміщують на аркуші чистого паперу, перемішують і розстеляють шаром завтовшки приблизно 0,5 см. Потім ділять шпателем на малі квадрати і відбирають ложкою або шпателем з кожного квадрата або через один невелику порцію зразка і ретельно перемішують. Для аналізу треба відібрати 5-6 г дрібно розтертої і добре перемішаної проби.

Просіяний ґрунт знову перемішують, висипають на лист паперу, розрівнюють тонким шаром і ділять на великі квадрати (4x4 см). Із квадратів рівномірно беруть приблизно 10 г ґрунту для підготовки на валовий аналіз. Ґрунт, що залишився, переносять знову до коробки або пакета і використовують для аналізів.

Основні етапи аналізу та показники. Основними етапами аналізу є вибір методу, відбір проби, підготовка проби до аналізу, виконання аналізу та вимірювання аналітичного сигналу і статистична обробка результатів аналізу. Однак, надзвичайно різноманітний хімічний склад об'єктів природного середовища лише в окремих випадках дозволяє провести аналіз безпосередньо за цими етапами, не використовуючи допоміжні операції [18].

Величина проби залежить від очікуваного вмісту досліджуваного інгредієнта та чутливості вимірюваного аналітичного сигналу.

Селективність обраного методу впливає на тривалість та точність аналізу. Чим більш селективним є обраний метод, тим менше часу ви-

трачається на аналіз, тому що немає потреби у виключенні компонентів, які заважають аналізу, або відокремленні від них визначуваного інгредієнта. Уникнення допоміжних операцій позитивно впливає на точність аналізу.

Можливість виконання аналізу безпосередньо на місці відбору проби є важливою характеристикою методу. Хімічний склад проб може змінюватись у процесі транспортування та зберігання відібраних проб унаслідок протікання у них різноманітних процесів.

Аналіз будь-якого об'єкта довілля включає вимірювання аналітичного сигналу з використанням хімічних, фізико-хімічних та фізичних методів. Очевидно, що врахування їх аналітичних можливостей є суттєвим при виборі оптимального методу визначення певного інгредієнта або групи інгредієнтів.

Завершальною стадією аналізу є статистична обробка одержаних результатів [18].

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТЕПЛИЧНОГО ҐРУНТУ

2.1. Методики визначення деяких показників ґрунту для теплиць

Визначення вмісту механічних включень. Визначення наявності механічних домішок розміром більше 0,5см проводять візуально оглядаючи зразок ґрунту. Вміст механічних домішок розміром менше 0,5см проводять шляхом зважування відібраних пінцетом сторонніх включень з проби ґрунту визначеної маси.

Визначення гігроскопічної вологості (води). Гігроскопічна вологість ґрунту – це кількість води, яку адсорбує сухий ґрунт з атмосфери з відносною вологістю менше 100%. Частина пароподібної води повітря поглинається поверхнею ґрунтових частинок, утворюючи гігроскопічну вологу. Чим більше в ґрунті гумусових речовин, тим більше в ньому гігроскопічної вологи. Чим вологіше повітря, тим більше води адсорбується ґрунтом.

Молекули гігроскопічної води утримуються на поверхні ґрунтових частинок з великою силою, тому видалити їх можна лише при тривалому нагріванні ґрунту до 105°C. Для рослин гігроскопічна волога майже не доступна.

При хімічному аналізі кількісний вміст тієї чи іншої складової частини розраховується на суху речовину. Тому перед аналізом визначають гігроскопічну вологість ґрунту і, тим самим знаходять кількість в ньому абсолютно сухої речовини.

Скляний бюкс з притертою кришкою (бюкс) висушують до постійної маси в сушильній шафі при температурі 100-105°C. Охолоджують в ексикаторі і зважують на аналітичних вагах.

У цьому бюксі відважують на аналітичних вагах близько 5 г повітряно-сухого ґрунту. Ґрунт попередньо розкладають рівним шаром на аркуші паперу у приміщенні, де його висушують при кімнатній температурі декілька діб.

Ґрунт у бюксі сушать при відкритій кришці в сушильній шафі до постійної маси (близько 3-3,5 годин).

Масову частку гігроскопічної вологи тепличного ґрунту обчислюють за формулою:

$$w_r = (m_3 \cdot 100) / m, \quad (2.1)$$

де w_r – масова частка гігроскопічної вологи, %;

m_3 – маса води, що випарувалася, г;

m – маса сухого ґрунту, г.

Визначення об'ємної маси. Беруть металевий циліндр (висотою приблизно 10 см і діаметром близько 5 см) з сітчастим дном, кладуть на дно гурток фільтрувального паперу і зважують на аналітичних вагах.

Насипають в циліндр тепличний ґрунт з нерозтертого зразка, ущільнюючи його в міру наповнення (постукуючи дном циліндра по долоні руки). Одночасно визначають вологість ґрунту.

Вимірюють висоту насипаного шару ґрунту, діаметр циліндра і визначають об'єм ґрунту. Зважують циліндр з ґрунтом з точністю $\pm 0,01$ г і проводять необхідні розрахунки.

Знаходять об'ємну масу тепличного ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$ за формулою:

$$d_2 = m/V, \quad (2.2)$$

де d_2 – об'ємна маса ґрунту;

m – маса сухого ґрунту в циліндрі, г;

V – об'єм циліндра, см^3 .

Масу сухого ґрунту m у г обчислюють за формулою:

$$m = m_4 \cdot 100 / (100 + W_0) \cdot V, \quad (2.3)$$

де m_4 – маса вологого ґрунту в циліндрі, г;

W_0 – вологість ґрунту, %;

V – об'єм циліндра, см^3 .

Об'єм циліндра розраховують за формулою:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad (2.4)$$

де V – об'єм циліндра, см^3 ;

r – радіус циліндра, см;

h – висота циліндра, см.

У кінцевому варіанті формула матиме вигляд:

$$d_2 = m_4 \cdot 100 / (100 + w_0) \quad (2.5)$$

Визначення густини твердої фази. Густина твердої фази визначають в повітряно-сухому ґрунті пікнометричним методом. Беруть пікнометр (або мірну колбу) об'ємом 100 см³, наливають в нього до мітки прокип'ячену і охолоджену дистильовану воду, вимірюють температуру і зважують на аналітичних вагах.

З просіяного через міліметрове сито зразка відважують на аналітичних вагах в скляний бюкс близько 5 г повітряно-сухого ґрунту. Одночасно беруть наважку для визначення гігроскопічної вологи.

Зі зваженого пікнометра виливають трохи більше 1/2 об'єму води і насипають в нього наважку ґрунту. Бюкс, в якому знаходився ґрунт, знову зважують і за різницею знаходять масу ґрунту, взятого для визначення густини твердої фази.

Пікнометр з водою і ґрунтом кип'ятять протягом 30 хв. доливаючи дистильовану воду в міру википання до половини його обсягу.

Після кип'ятіння пікнометр охолоджують до кімнатної температури, доливають кип'яченою охолодженою водою до відмітки, витирають зовні фільтрувальним папером і зважують на аналітичних вагах. Температура пікнометра з водою і ґрунтом і початкова температура пікнометра з водою повинні бути однаковими [19].

Густина твердої фази ґрунту D , г/см³, обчислюють за формулою:

$$D = m_5 / (m_6 + m_5) - m_7, \quad (2.6)$$

де D – густина твердої фази ґрунту, г/см³;

m_5 – наважка сухого ґрунту, г;

m_6 – маса пікнометра з водою, г;

m_7 – маса пікнометра з водою та ґрунтом, г.

$$m_5 = m_8 \cdot 100 / 100 + w_r, \quad (2.7)$$

де m_8 – наважка повітряно-сухого ґрунту, г ;

w_t – гігроскопічна вологість тепличного ґрунту, %.

Визначення вологості тепличного ґрунту, повітропроникності, загальної пористості. Визначення вологості ґрунту проводять аналогічно визначенню гігроскопічної вологи. Але для визначення беруть зразок з упаковки не доводячи його, як в попередньому дослідженні, до повітряно-сухого стану. Тобто, зразки ґрунту перед аналізом не висушують при звичайних умовах. Вологість ґрунту w_0 , %, розраховують за формулою:

$$w_0 = m_3 \cdot 100/m \quad (2.8)$$

де w_0 – вологість ґрунту, %;

m_3 – маса води, що випарувалась, г;

m – маса вологого ґрунту (до сушіння), г.

Об'єм пор, що зайняті у цей момент водою w_1 , %, розраховують за формулою:

$$w_1 = w_0 \cdot d_2, \quad (2.9)$$

де w_1 – об'єм пор, що зайняті у цей момент водою, %;

w_0 – вологість ґрунту, %;

d_2 – об'ємна маса ґрунту, г/см³.

Повітропроникність w_2 , %, розраховують за формулою:

$$w_2 = P - W_1, \quad (2.10)$$

де w_2 – повітропроникність, %;

P – загальна пористість тепличного ґрунту, %;

w_1 – вологість тепличного ґрунту, %.

Значення загальної пористості ґрунту P , %, встановлюють за співвідношенням густини твердої об'ємної маси ґрунту та розраховують за формулою:

$$P = 100 (1 - d_2 / D), \quad (2.11)$$

де P – значення загальної пористості ґрунту, %;

d_2 – об'єму маса ґрунту, г/см³;

Д – густина твердої фази ґрунту, г/см³.

Визначення питомої електропровідності водної витяжки з тепличного ґрунту

Приготування водної витяжки з ґрунту. Пробу повітряно-сухого ґрунту масою 30 г, зважену з похибкою не більше 0,1 г, поміщають у конічну колбу. До проби доливають циліндром по 150 см³ дистильованої води. Ґрунт з водою перемішують протягом 3 хвилин і залишають на 5 хв для відстоювання, а далі фільтрують.

Допускається пропорційна зміна маси проби ґрунту і об'єму дистильованої води при збереженні співвідношення між ними 1:5 і при похибці дозування не більше 2 % [19].

Визначення електричної провідності витяжки з тепличного ґрунту

Після 5-хвилинного відстоювання і фільтрування у водну витяжку занурюють датчик кондуктометра і визначають електричну провідність. Після кожного визначення датчик ретельно промивають дистильованою водою і водною витяжкою.

Якщо прилад не має автоматичного температурного компенсатора, визначають температуру аналізованих витяжок або дистильованої води, що знаходиться в тих же умовах. Температура має бути в межах 20±2° С.

Визначення загальної мінералізації. Величину загальної мінералізації визначали за допомогою портативного датчика-солеміра фірми «TDS Meter». Солемір ополіскували у дистильованій воді і занурювали електроди датчика у водну витяжку з ґрунту при температурі 20±2° С. Визначення проводили тричі, результат усереднювали.

Визначення масової частки органічної речовини у гранті та зольності ґрунту. Зразки ґрунту об'ємом не більше 2/3 об'єму тигля, зважують із похибкою не більше 0,001 г, вміщують у холодну сушильну шафу та нагрівають до 105° С протягом 3-4 годин. Різницю між масами ґрунту до і після висушування використовують для розрахунку масової частки сухої речовини і масового відношення вологи [19].

Тиглі з пробами ґрунту, просушеними про 105°C до постійної маси, поміщають у холодну муфельну піч і поступово доводять температуру до 200°C . При появі диму піч виключають та відкривають муфельну піч. На протязі 1 години поступово доводять температуру у муфельній печі до 300°C . Після закінчення появи диму піч закривають та доводять температур до 525°C і тиглі прокалюють протягом 3 годин [19].

Тиглі із зольним залишком виймають з печі, закривають кришками та ставлять у ексікатор. Охолоджені до кімнатної температури тиглі зважують з похибкою не більше 0,001 г.

Масову часту зольності у відсотках розраховують за формулою:

$$w_3 = \frac{(m - m_1)}{m_2} \cdot 100 \%, \quad (2.12)$$

де w_3 – масова частка зольності, %;

m – маса тигля із зольним залишком, г;

m_1 – маса порожнього тигля, г;

m_2 – маса сухого ґрунту.

Приблизний вміст органічної речовини розраховують за формулою:

$$m(\text{орг. реч.}) = 100 - w_3, \quad (2.13)$$

де $m(\text{орг. реч.})$ – вміст органічної речовини, %;

w_3 – зольний залишок.

Визначення наявності деяких йонів у водній витяжці тепличного ґрунту за допомогою якісних реакцій

Визначення наявності хлорид йонів. У пробірку наливають 1-2 см³ водної витяжки з ґрунту, до розчину додають декілька крапель 1-2 % розчину аргентум нітрату. За наявності у витяжці хлорид йонів спостерігається утворення білого димчастого осаду [20].

Визначення наявності нітрат йонів. На предметне скло наносять 1-2 краплини водної витяжки з ґрунту, до розчину додають декілька крапель розчину дифеніламіну у концентрованій сульфатній кислоті. За наявності нітрат йонів у водній витяжці з ґрунту з'являється інтенсивно-синє забарвлення.

Визначення наявності фосфат йонів. У пробірку наливають 1-2 см³

водної витяжки з ґрунту, до розчину додають 2-3 краплі нітратної кислоти і кип'ятять для окиснення можливих відновників. Після охолодження до розчину додають близько 10 крапель розчину амоній молібдату та декілька кристалів аскорбінової кислоти, вносять такий же об'єм дистильованої води і нагрівають вміст пробірки на водяній бані до температури 40-50°C протягом декількох хвилин. За наявності фосфат йонів у водній витяжці з ґрунту спостерігається синє забарвлення розчину.

Визначення наявності сульфат-іонів. У пробірку наливають 1-2 см³ водної витяжки з ґрунту, до розчину додають декілька крапель 5% розчину барій хлориду. За наявності сульфат йонів спостерігається утворення білого осаду [20].

Визначення наявності йонів амонію. У пробірку наливають 1-2 см³ водної витяжки з ґрунту, до розчину додають надлишок реактиву Несслера. При наявності йонів амонію у водній витяжці з ґрунту утворюється осад оранжевого кольору та забарвлення розчину стає оранжевим.

Визначення кількісного вмісту деяких йонів у водній витяжці тепличного ґрунту

Визначення сумарного вмісту йонів Кальцію та Магнію. У конічну колбу об'ємом 250 см³ відміряють 100 см³ водної витяжки з ґрунту, додають 5 см³ амоніачного буферу та декілька крупинок індикатору хромогену і титрують по 1 краплі розчином трилону Б з молярною концентрацією 0,05 моль/дм³ до переходу забарвлення розчину з червоно-фіолетового в синє. Загальний вміст йонів Кальцію та Магнію можна знайти за формулою:

$$P_{(Ca^{2+}, Mg^{2+})} = \frac{V_1 \cdot C(1/z(x)) \cdot 1000}{V_2}, \quad (2.14)$$

де $P_{(Ca^{2+}, Mg^{2+})}$ – сумарний вміст йонів Кальцію та Магнію;

V_1 – об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування, см³;

V_2 – об'єм проби водної витяжки з ґрунту, см³;

$C(1/z(x))$ – молярна концентрація речовини еквіваленту розчину

трилону Б, моль/дм³.

Визначення йонів Кальцію. У колбу для титрування об'ємом 250 см³ вносять 100 см³ водної витяжки з ґрунту, додають 2,5 см³ розчину натрій гідроксиду з молярною концентрацією 2 моль/дм³, вносять декілька крупинок суміші індикатору мурексиду з натрій хлоридом та починають титрувати розчином трилону Б з молярною концентрацією 0,05 моль/дм³ до зміни рожевого забарвлення на фіолетове, яке не зникає протягом 2-3 хвилин і повторюють титрування тричі, результати усереднюють [21].

Вміст йонів Кальцію у пробі обчислюють за формулою:

$$P_{Ca^{2+}} = \frac{V_1 \cdot C(1/z(x)) \cdot 1000 \cdot M(1/z(x))}{V_2}, \quad (2.15)$$

де V_1 – об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування, см³;

V_2 – об'єм проби водної витяжки з ґрунту, см³;

$C(1/z(x))$ – молярна концентрація речовини еквіваленту розчину трилону Б, моль/дм³;

$M(1/z(x))$ – молярна маса еквіваленту Кальцію (20,04 моль/дм³).

Визначення йонів Магнію. Масова концентрацію йонів Магнію розраховується за різницею об'ємів трилону Б, що пішов на титрування суми йонів Кальцію та Магнію та Кальцію в однакових об'ємах за формулою:

$$P_{Mg^{2+}} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot C(1/z(x))(\text{трилону III}) \cdot M(1/z(x)) \cdot 1000}{V_1}; \quad (2.16)$$

де V_1 – об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування, см³;

V_2 – об'єм проби водної витяжки, см³;

$C(1/z(x))$ – молярна концентрація речовини еквіваленту розчину трилону Б, моль/дм³;

$M(1/z(x))$ – молярна маса еквіваленту Магнію (12,15 моль/дм³).

Визначення фосфат-іонів. У колбу на 250 см³ відбирають 100 см³ проби води, додають 2 см³ розчину сульфатної кислоти, закривають пробкою з повітряним холодильником і кип'ятять 30 хвилин для гідролізу поліфосфату в ортофосфат. Після охолодження вміст колби нейтралізують розчином на-

трій гідроксиду по фенолфталеїну, переносять у мірну колбу на 100 см³ і доводять дистильованою водою до мітки. Відбирають піпеткою 25 см³ отриманого розчину в мірну колбу на 50 см³, додають 5 см³ розчину сульфатної кислоти з молярною концентрацією еквіваленту 5 моль/дм³, 5 см³ розчину аскорбінової кислоти і при енергійному перемішуванні додають краплинами 5 см³ розчину амоній молібдату. Об'єм проби доводять дистильованою водою до мітки, перемішують і через 10-15 хвилин вимірюють оптичну густина з червоним світлофільтром проти холостої проби. Холоста проба містить всі компоненти, крім досліджуваного розчину, замість якого береться 25 см³ дистильованої води. Вміст фосфатів у досліджуваному розчині визначають за калібрувальним графіком [22].

Концентрацію фосфатів у досліджуваній пробі в мг визначають за формулою:

$$C_x = C_0 \cdot n; \quad (2.17)$$

де C_0 – концентрація, знайдена за градуйованим графіком, РО₄³⁻, мг/дм³;

n – ступінь розбавлення проби водної витяжки ґрунту перед аналізом (якщо не розбавлялась $n=1$; якщо взято 25 см³ проби і розбавлено до 50 см³ $n=2$ і т.д.).

Визначення нітрат-іонів. У фарфорову чашку поміщають 10 см³ водної витяжки ґрунту, додають 1 см³ 0,5 % розчину натрій саліцилату або саліцилової кислоти і випарюють насухо на водяній бані. Після охолодження сухий залишок зволожують 1 см³ концентрованої сульфатної кислоти, ретельно розтирають скляною паличкою і залишають на 10 хв. Потім додають 5-10 см³ дистильованої води і кількісно переносять в мірну колбу на 50 см³, додають 7 см³ натрій гідроксиду з молярною концентрацією 10 моль/дм³, доводять об'єм дистильованою водою до мітки і перемішують. 5 см³ розчину наливають у пробірку і порівнюють його забарвлення з контрольною шкалою. За результат аналізу слід приймати значення концентрації нітрат-аніонів (в мг/дм³) того зразка шкали, який найбільше відповідає забарвленню отрима-

ного розчину [23].

Розчин поміщають в кювету, вимірюють його оптичну густина на фотокolorиметрі, значення концентрації нітрат-аніонів визначають за попередньо побудованим градувальним графіком.

Якщо забарвлення вмісту пробірки виявиться інтенсивніше крайнього зразка шкали (5 мг/дм^3) або значення оптичної густини виходить за межі градувального графіка, розчин, що аналізують розбавляють в 5 разів дистильованою водою і визначення повторюють.

Для приготування шкали готують основний стандартний розчин, розчиняючи дистильованою водою $0,032 \text{ г}$ калій нітрату в мірній колбі на 200 см^3 ($0,1 \text{ мг NO}_3^-/\text{см}^3$), і робочий розчин розведенням основного в 10 разів ($0,01 \text{ мг/см}^3$). Потім в порцелянові чашки вносять $0, 1, 2, 5, 10, 15, 20$ і 25 см^3 робочого розчину (що відповідає вмісту нітратів $0; 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0$ і $5,0 \text{ мг/см}^3$), додають по 1 см^3 розчину натрій саліцилату, випарюють насухо. Далі проводять ті ж операції, що і з досліджуваної пробою.

5 см^3 розчину наливають у пробірку і порівнюють його забарвлення з контрольною шкалою. За результат аналізу слід приймати значення концентрації нітрат-аніонів [24].

Визначення амоній-іонів. До 50 см^3 водної витяжки з ґрунту вносять 1 г сегнетової солі і 1 см^3 реактиву Несслера, перемішують. Через 10 хв вимірюють оптичну густина розчину в кюветах з товщиною оптичного шару $2\text{-}5 \text{ см}^3$, з світлофільтром 425 нм по відношенню до стандартного розчину, в який додані відповідні реактиви. Вміст іонів амонію (мг) знаходять за калібрувальним графіком, порівнюючи інтенсивність забарвлення проби і шкали стандартних розчинів, приготованих одночасно.

Для побудови калібрувального графіку у мірні колби на 50 см^3 вносять $0; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2; 3 \text{ см}^3$ робочого стандартного розчину NH_4Cl , що відповідає вмісту $0; 0,005; 0,01; 0,025; 0,05; 0,075; 0,10; 0,15 \text{ мг NH}_4^+$. Доводять до мітки дистильованою водою, перемішують і додають реактиви як при аналізі проби, вимірюють оптичну густина через 10 хв після додавання реактиву

Несслера. Калібрувальний графік будують в координатах оптична густина - вміст іонів NH_4^+ (мг) [20].

Концентрацію йонів амонію ($\text{мг NH}_4^+/\text{дм}^3$) розраховують за формулою:

$$X = \frac{A \cdot 1000}{V}, \quad (2.18)$$

де A – вміст іонів NH_4^+ , знайдений за калібрувальним графіком, мг;

V – об'єм проби, взятої для аналізу, см^3 .

Для отримання результатів у формі амонійного Нітрогену ($\text{мг N}/\text{дм}^3$) отриману величину ($\text{мг NH}_4^+/\text{дм}^3$) множать на коефіцієнт 0,77.

2.2. Аналіз експериментальних даних щодо визначення деяких показників якості ґрунту для теплиць

Для дослідження було використано тепличні ґрунти виробництва ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи». Об'єм ґрунту – 5 л. Рекомендації щодо застосування ґрунту: для пересаджування, висаджування та перевалки рослин у контейнери або горщики; для висаджування рослин на грядки.

На упаковці зазначені характеристики, яким мають відповідати досліджувані зразки тепличних ґрунтів (табл. 2.1, табл.2.2).

Таблиця 2.1

Характеристики тепличного ґрунту ТОВ «Плантагроу»

Показник	Кількість
Масова частка органічної речовини, %, не менше	70
Зольність, %, не більше	30
pH, одиниць	5,0-7,0
Масова частка (концентрація) Нітрогену нітратного, мг/100 г, не менше	12
Масова частка (концентрація) Нітрогену амонійного, мг/100 г, не менше	15
Масова частка (концентрація) рухомого Фосфору, мг/100 г, не менше	15
Масова частка (концентрація) рухомого Калію, мг/100 г, не менше	20

Характеристики тепличного ґрунту ППФ «Екофлора»

Показник	Кількість
Вологість, %, не більше	30-50
pH, одиниць	5,5-7,5
Масова частка (концентрація) Нітрогену нітратного та амонійного, мг/100 г, не менше	20-30
Масова частка (концентрація) рухомого Фосфору, мг/100 г, не менше	30-45
Масова частка (концентрація) рухомого Калію, мг/100 г, не менше	25-35

Таблиця 2.3

Характеристики тепличного ґрунту ТМ «Сила природи»

Показник	Кількість
Вологість, %, не більше	30-50
pH, одиниць	5,7-6,5
Масова частка (концентрація) Нітрогену нітратного та амонійного, мг/л, не менше	150
Масова частка (концентрація) рухомого Фосфору, мг/л, не менше	100
Масова частка (концентрація) рухомого Калію, мг/л, не менше	150

Експериментальні визначення деяких показників тепличного ґрунту

Визначення гігроскопічної вологості.

Визначено, що гігроскопічна вологість тепличного ґрунту ТОВ «Плантагроу» складає 11,18%, ППФ «Екофлора» – 17,88%, що свідчить про великий вміст органічних речовин і наявність великої частки тонкодисперсної пилової складової у ґранті (табл. 2.4).

Визначення вологості ґрунту. Далі було визначено вологість взятих для аналізу зразків ґрунту. Цей показник не нормується стандартом, але на етикетці зразка ППФ «Екофлора» зазначений вміст вологи – не більше 30-50%. Одержані результати наведені у таблиці 2.4.

**Результати визначення деяких показників якості ґрунту для теплиць
ТОВ «Плантагроу» та ППФ «Екофлора»**

№	Показники	Ґрунт ТОВ «Плантагроу»					Ґрунт ППФ «Екофлора»				
		Зазначено ви- робником	Відповідність нормі	Результати ви- значення	Норма ДСТУ	Відповідність до ДСТУ	Зазначено ви- робником	Відповідність нормі	Результати ви- значення	Норма ДСТУ	Відповідність до ДСТУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Гігроскопічна волога, %	-	-	11,18± 3	-	-	-	-	17,88± 3	-	-
2	Об'ємна маса, г/см ³	-	-	0,318± 0,0159	0,4- 1,0	не відпо- відає	-	-	0,619± 0,0310	0,4- 1,0	від- пові- дає
3	Густина твердої фази, г/см ³	-	-	1,445± 0,289	-	-	-	-	1,59±0, 318	-	-
4	Загальна волога, %	-	-	59,3±3	-	-	30-50	-	58,2±3	-	не ві- по- відає
5	Загальна порис- тість, г/см ³	-	-	54±3	60- 90	не від- повідає	-	-	61±3	60- 90	ввід- по- відає
6	Об'єм пор, що зайняті водою, %	-	-	18,5±3	-	-	-	-	36,7±3	-	-
7	Повітропроник- ність, %	-	-	35,5±3	-	-	-	-	24±3	-	-
8	pH водної витя- жки	5,0-7,0	відпо- відає	~7	-	-	5,5-7,5	від- по- відає	~6	-	-
9	Масова частка органічної речо- вини, %	70	відпо- відає	68,5±3	-	від- по- відає	-	-	67,3±3	-	-
10	Мінералізація, мг/дм ³	-	-	857±1, 714	-	-	-	-	529±1, 058	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Питома електропровідність водної витяжки, мСм/см	-	-	2,59±0,5	2,0	не відповідає	-	-	0,846±0,169	2,0	відповідає
12	Зольність, %	30	відповідає	31,5±3	-	-	-	-	32,7±3	-	-

Таблиця 2.5

**Результати визначення деяких показників якості ґрунту для теплиць
ТМ «Сила природи»**

№	Показники	Ґрунт ТМ «Сила природи»			
		Зазначено виробником	Відповідність нормі	Результати визначення	Норма ДСТУ
1	Гігроскопічна волога, %	-	-	13,6±3	-
2	Об'ємна маса, г/см ³	-	-	0,561±0,0276	0,4-1,0
3	Густина твердої фази, г/см ³	-	-	1,83±0,239	-
4	Загальна волога, %	-	-	45,3±3	-
5	Загальна пористість, г/см ³	-	-	67±3	60-90
6	Об'єм пор, що зайняті водою, %	-	-	19,2±3	-
7	Повітропроникність, %	-	-	33,5±3	-
8	рН водної витяжки	5,7-6,5	відповідає	~6	-
9	Масова частка органічної речовини, %	-	-	62,5±3	-
10	Мінералізація, мг/дм ³	-	-	743±1,387	-
11	Питома електропровідність водної витяжки, мСм/см	-	не відповідає	2,3±0,5	2,0
12	Зольність, %	-	-	34,8±3	-

Як показують дані таблиці 2.4, вміст води у зразку ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ППФ «Екофлора» складають $59,3 \pm 3$ % та $58,2 \pm 3$ % відповідно. Отже, вміст загальної води у ґрунті ППФ «Екофлора» є завищеним і не відповідає інформації, що зазначється на етикетці виробника.

За даними, зазначеними у таблиці 2.5, вміст води у зразку ґрунту ТМ «Сила природи» складає $45,3 \pm 3$ %. Це означає, що ґрунт ТМ «Сила природи» відповідає нормі, зазначеній виробником.

Визначення об'ємної маси. Під об'ємною масою розуміють масу в грамах 1 см^3 сухого ґрунту разом з порами. На відміну від питомої, об'ємну масу характеризує маса одиниці об'єму всієї маси ґрунту, включаючи тверду фазу й пори. Тому об'ємна маса ґрунту завжди менша питомої і знаходиться в межах до $1,8 \text{ г/см}^3$ [25, 26].

Величина об'ємної маси ґрунту залежить від її пористості (чим вища пористість, тим об'ємна маса менша), від маси твердої фази (чим вона більша, тим вища об'ємна маса), від вмісту органічних речовин (залежність зворотна), від складу ґрунту (чим щільніший ґрунт, тим вища об'ємна маса) і від інших факторів. Від вологості об'ємна маса не залежить, тому що визначається вона у перерахунку на сухий ґрунт.

Визначено, що об'ємна маса досліджуваного зразку тепличного ґрунту ТОВ «Плантагроу» дорівнює $0,318 \pm 0,0159 \text{ г/см}^3$, а ППФ «Екофлора» становить $0,619 \pm 0,0310 \text{ г/см}^3$, що вказує на велику пористість, великий вміст органічної речовини і низьку масу твердої фази (табл. 2.4).

Як показують дані таблиці 2.5, об'ємна маса зразку ґрунту ТМ «Сила природи» становить $0,561 \pm 0,0276 \text{ г/см}^3$, що вказує на достатню пористість, великий вміст органічної речовини та невелику масу твердої фази.

Регламентований стандартом діапазон об'ємної маси складає $0,4-0,1 \text{ г/см}^3$, отже, зразок ґрунту «Плантагроу» за показником об'ємної маси не відповідає вимогам стандарту. Можливо, це пов'язано із високим вмістом органічних речовин і легким складом ґрунту (низькою густиною твердої фази

окремих складових ґрунту).

Визначення щільності твердої фази. Щільність твердої фази є одним із найстабільніших параметрів ґрунту. Порівняно з іншими фізичними показниками, її значення коливаються у вузьких межах і не підлягають значній динаміці. Щільність твердої фази залежить від хімічних і мінералогічних властивостей ґрунту та вмісту гумусу.

У середньому щільність твердої фази в більшості ґрунтів дорівнює 2,50-2,65 і змінюється в залежності від зазначених причин. Чим більше гумусу містить ґрунт, тим менше щільність твердої фази. Так, чорнозем з 10 % гумусу має щільність твердої фази близько 2,4, а дерново-підзолистий ґрунт із 2,5 % гумусу – 2,6. У торфів щільність твердої фази залежить від ступеня розкладання і зольності торфу і коливається від 1,4 до 1,7 [27].

Визначено, що густина твердої фази зразку ґрунту ТОВ «Плантагроу» складає 1,445 г/см³, зразку ґрунту ППФ «Екофлора» – 1,89 г/см³, а зразку ґрунту ТМ «Сила природи» - 1,83±0,239 г/см³. Це свідчить про низьку щільність твердої фази та великий вміст органічної речовини, передусім гумусу, особливо торфу.

Визначення загальної пористості, об'єму пор, що зайняті водою та повітропроникності. Показник густина твердої фази не нормується стандартами, а також не вказаний на упаковці виробників досліджених зразків тепличного ґрунту. Але за одержаними даними щодо густини твердої фази можна зробити висновок, що проаналізовані зразки ґрунту характеризуються дуже низькими значеннями густини твердої фази, що свідчить про значний вміст органічної частини ґрунту і незначний вміст польового ґрунту, річково-го піску та дернового ґрунту. Це підтверджує попередні дослідження щодо низьких значень об'ємної маси досліджуваних зразків [28].

Далі за результатами значень загальної вологості, гігроскопічної вологості, а також густини твердої фази було обраховано такі показники як загальна пористість, об'єм пор, що зайняті водою та повітропроникність. Відзначено, що діапазони загальної пористості нормуються стандартом, а інші два

показники – не нормуються і не вказані на упаковці виробників. Одержані результати аналізу наведені у таблицях 2.4 та 2.5.

Як показують результати табл. 2.4 та 2.5 загальна пористість зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» складає 54 ± 3 , 61 ± 3 та 67 ± 3 % відповідно. Отже, загальна пористість зразку ґрунту ТОВ «Плантагроу» не відповідає вимогам стандарту – 60-90 %, а знаходяться нижче норми. Зразки ґрунту ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» відповідають нормам стандарту, а отже є пухкими і доступними для води і повітря, що позитивно позначиться на рості і розвитку кореневої системи рослин.

Показник «Об'єм пор, що зайняті водою» для зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» складає $18,5\pm 3$, $36,7\pm 3$ та $19,2\pm 3$ % відповідно. Показник не нормується стандартом, але вказує на те, що для зразків ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи» більша частка вологи займає не пори ґрунту, а знаходиться у складі води, що поглинута різними складовими частинами ґрунту – ґрунтовими колоїдами, гумусом, ґрунтовими агрегатами, тощо. Для зразку ППФ «Екофлора» об'єм пор, що зайняті водою складає $36,7\pm 3$ %, що вдвічі більше за зразок ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи», можливо за рахунок більш високої загальної пористості зразку.

Показник «Повітропроникність» для зразків ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» складає відповідно $35,5\pm 3$, $24,3\pm 3$ та $33,5\pm 3$ %. Цей показник також не нормується стандартом і вказує на те, що для зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи» повітря займає близько $2/3$ об'єму пор, а для ППФ «Екофлора» дещо менше – $1/2$.

Визначення рН ґрунтового розчину. рН ґрунтового розчину не нормується стандартом, але його встановлює виробник. Цей показник вказаний на етикетці зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ППФ «Екофлора» і має складати відповідно 5,0-7,0 та 5,5-7,5 одиниць рН відповідно. Результати досліджень рН ґрунтового розчину наведені в табл. 2.4.

рН ґрунтового розчину зразку ТМ «Сила природи» вказаний виробни-

ком на етикетці і має складати 5,7-6,5 одиниць рН. Результат досліджень рН ґрунтового розчину вказаний у табл. 2.5.

Як показують результати досліджень рН водної витяжки з ґрунту складає для зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» ~7, ~6 та ~6 одиниць рН відповідно, що вказує на нейтральну та слабкокислу реакцію середовища і відповідає інформації виробника. Це позитивно впливає на ріст та розвиток рослин. Зазначені показники вказують на великий вміст потужних буферних систем - гумусових кислот, у досліджених зразках, оскільки при внесенні у ґрунт фізіологічно кислих або лужних добрив, які під впливом вологи ґрунту можуть значно гідролізувати і підкислювати або підлужувати його, можливим є значне збільшення або зменшення рН.

Визначення зольності (масової частки сухої речовини) та вмісту органічних речовин. На наступному етапі роботи визначали зольність (масова частка сухої речовини) та вміст органічних речовин у проаналізованих зразках ґрунту. Результати досліджень наведені у табл. 2.4.

Як показують результати досліджень (табл. 2.4) зольність зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ППФ «Екофлора» складають $31,5 \pm 3$ та $32,7 \pm 3$ % відповідно. Згідно із стандартом зольність має бути не меншою за 25 %, а отже обидва зразки ґрунту відповідають вимогам стандарту. Для ґрунту ТОВ «Плантагроу» виробником зазначено, що зольність має бути не більшою за 30 %, що узгоджується із одержаним результатом – $31,5 \pm 3$ % – відхилення у межах похибки дослідження.

Для ґрунту ТМ «Сила природи» зольність не зазначалася на упаковці виробником, але цей показник нормується стандартом. За результатом дослідження зольність становить - $34,8 \pm 3$ %, це означає, що зразок ґрунту відповідає нормі стандарту.

Величина зольності в межах норми може вказувати на незначний вміст сторонніх (механічних) домішок – мушлі, камінці, пісок, тощо, що позитивно відбиватиметься на пухкій структурі ґрунту.

Масова частка органічної речовини для зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» складає $68,5 \pm 3$, $67,3 \pm 3$ та $62,5 \pm 3\%$ відповідно. Цей показник не нормується стандартом, але визначається виробником. Лише для ґрунту ТОВ «Плантагроу» наявна інформація на етикетці відносно вмісту органічної речовини – не менше 70 %. Отже, зразок ґрунту ТОВ «Плантагроу» відповідає інформації, що зазначена на етикетці, відхилення знаходяться в межах похибки.

Визначення питомої електропровідності водної витяжки з тепличного ґрунту. Питома електропровідність ґрунту – показник, що знаходиться у співзалежності з властивостями ґрунту, що впливають на продуктивність вирощуваних культур. Визначення ґрунтової електропровідності дають за короткий проміжок часу більше даних, ніж традиційний відбір ґрунтових зразків.

Значення електропровідності не тільки вказують на відмінності в структурі ґрунту, але і тісно пов'язані з іншими властивостями ґрунту, використовуваними для визначення продуктивності ґрунту.

Величина електропровідності, вказуючи на відмінності в структурі ґрунту, також тісно пов'язана з іншими її властивостями. Властивостями, які використовують для визначення продуктивності дослідженого ґрунту [29].

За експериментальними даними встановлено (табл. 2.4, табл. 2.5), що величина питомої електропровідності водної витяжки з ґрунту ППФ «ЕКО-ФЛОРА» складає $0,846$ мСм/см, що знаходиться в межах вимог стандарту – не більше 2 мСм/см, а для водної витяжки з ґрунту ТОВ «ПЛАНТАГРОУ» та ТМ «Сила природи» перевищує норму стандарту і складає $2,59$ та $2,3$ мСм відповідно. Це вказує на значну мінералізацію (табл.2.4, табл. 2.5), а можливо і засоленість тепличного ґрунту. Причиною значної мінералізації зразків ґрунту може бути також внесення великих кількостей мінеральних добрив. Ґрунти, що характеризуються величиною мінералізації більше 2 мСм належать до засолених. Отже, зразки ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи» за величиною питомої електропровідності водної витяжки можна віднести до сильнозасоленого, а ППФ «Екофлора» – до слабкозасоленого.

Загальні результати щодо визначення деяких показників тепличного ґрунту наведено у табл. 2.4 та табл. 2.5.

Величина мінералізації водної витяжки зразків з ґрунту ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» складають відповідно 857, 529 та 743 мг/100г ґрунту, що підтверджує попередні дані, про високий вміст водорозчинних солей у зразках ґрунту ТОВ «Плантагроу» і ТМ «Сила природи».

Оскільки на етикетках виробників зазначено вміст йонів амонію, нітрат- та фосфат-йонів, то на наступному етапі роботи проведено якісний аналіз водної витяжки з ґрунту на йони амонію, нітрат та фосфат- йони. Через високу мінералізацію, а також високі значення електропровідності водної витяжки з ґрунту ТОВ «Плантагроу» і ТМ «Сила природи» проводили ідентифікацію катіонів та аніонів, що призводять до засоленості ґрунту, а саме хлорид- та сульфат-іонів.

Визначення якісного складу водної витяжки з ґрунту. Форма Нітрогену в добриві впливає не тільки на його засвоєння рослиною, але і на ефективність самого добрива. Нітроген є життєво важливим елементом живлення рослин. Вміст Нітрогену в рослинах коливається від 1 до 5% сухої речовини.

Нормальна забезпеченість рослин Нітрогеном асоціюється з інтенсивним вегетативним ростом і зеленим забарвленням. Дисбаланс в харчуванні рослин Нітрогеном або його надлишок по відношенню до інших елементів, наприклад, до Фосфору, Калію, Сульфуру, подовжує період вегетативного росту і затримує стадію дозрівання [30].

У ґрунтах містяться декілька видів сульфатних сполук. Серед яких - як важкорозчинні сполуки, так і ряд легкорозчинних сполук, які й становлять основну кількість сульфатів водної витяжки з ґрунту.

Серед розчинних сульфатних сполук ґрунтів найбільш відомі сульфат амонію, сульфат магнію, натрію і калію. Ці сполуки застосовуються в якості добрив – джерел відповідних катіонів.

Вміст фосфатів у ґрунті є важливим для рослин. У ґрунті основним

джерелом Фосфору є фосфат кальцію, але його недостатньо для рослин. У зв'язку з цим застосовують різні фосфатні добрива для збалансованого живлення рослин [31].

У ґрунт разом з добривами вноситься велика кількість рухомого хлору в формі хлоридів. Крім прямого впливу хлоридів на врожайність і якість сільськогосподарської продукції, ця проблема має і важливе екологічне значення в зв'язку з широким застосуванням хлоридів в промисловості і в побуті. У ґрунті хлориди знаходяться майже виключно в розчиненому стані і тому легко вимиваються. Аніон хлору не утворює комплексів, слабо сорбується частинками ґрунту і не схильний до хімічної трансформації ґрунтовими організмами [32].

Результати якісного аналізу водної витяжки зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» на відповідні катіони та аніони наведені в табл. 2.6. За результатами якісного аналізу – кількість осаду, інтенсивність помутніння та забарвлення приблизно оцінили вміст відповідних йонів.

Як показує аналіз даних табл. 2.6, за результатами якісного аналізу на йони Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , PO_4^{3-} та NO_3^- у зразках ґрунту ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила ґрунту» було виявлено наявність значної кількості йонів амонію, (спостерігали оранжеве забарвлення розчину та осад), фосфатів (спостерігали блакитне забарвлення розчину), нітрат-йонів (розчин набув синього кольору), невелику кількість йонів Хлору для зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи» (спостерігали значне помутніння для ТОВ «Плантагроу» і легке помутніння для зразку ТМ «Сила ґрунту», що утворилося при взаємодії водної витяжки з аргентум нітратом для проб ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи», але осад не випав) та незначний вміст хлоридів для ППФ «Екофлора» (легке помутніння для зразку ППФ «Екофлора»). Вміст сульфатів у водній витяжці з ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи» незначний (легке помутніння з розчином барій хлориду), для зразку ППФ «Екофлора» вміст сульфат-йонів не виявлено.

Якісний аналіз водної витяжки з ґрунтів ТОВ «ПЛАНТАГРОУ», ППФ «ЕКОФЛОРА» та ТМ «СИЛА ПРИРОДИ»

Якісна реакція з	Аніони та катіони, що ідентифікуються				
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻
	розчином AgNO ₃	розчином BaCl ₂	реактивом Несслера	молібденовою рідиною (NH ₄) ₂ MoO ₄	розчином дифеніламіну у H ₂ SO ₄
Ознаки позитивної реакції (за наявності йону)	Білий осад	Білий осад	Оранжевий осад	Блакитне забарвлення	Синє забарвлення
Спостереження «Плантагроу»	Значне помутніння	Легке помутніння	Оранжевий осад	Блакитне забарвлення	Синє забарвлення
«Екофлора»	Легке помутніння	Реакція негативна	Оранжевий осад	Блакитне забарвлення	Синє забарвлення
«Сила природи»	Легке помутніння	Легке помутніння	Оранжевий осад	Блакитне забарвлення	Синє забарвлення
Наявність у водній витяжці ґрунту «Плантагроу»	+~	+~	+	+	+
«Екофлора»	+ ~	-	+	+	+
«Сила природи»	+~	+	+	+	+
Приблизний вміст за наявності позитивної реакції «Плантагроу»	незначний	незначний	значний	значний	значний
«Екофлора»	незначний	відсутній	значний	незначний	значний
«Сила природи»	незначний	значний	значний	значний	значний

Отже, мінералізацію водної витяжки з ґрунту складають, передусім, йони амонію, фосфат та нітрат-йони, що внесені разом із добривами [37,38].

Результати аналізу показують, що вміст хлорид- та сульфат-йонів у водній витяжці нерозчинний або відсутній у зразків ТОВ «Плантагроу» та ППФ «Екофлора», тож засоленість обумовлена високим вмістом у зразках водорозчинних добрив. У зразку ґрунту ТМ «Сила природи» є значний вміст сульфат-йонів. Можливо, у ґрунт вносили добрива, що містять солі MgSO₄, CaSO₄ або Na₂SO₄ [39]. Оскільки у водних витяжках з ґрунту ТОВ «Плантаг-

роу» та ТМ «Сила природи» виявлено не високий вміст хлоридів, то це може вказувати на внесення у ґрунт водорозчинного калійного добрива калій хлориду (вміст Калію зазначений на етикетках обох зразків), для зразку ППФ «Екофлора» Калій може вноситись з калійною селітрою KNO_3 або KH_2PO_4 (вміст Калію вказаний на етикетці). Йони амонію вносяться у зразки ґрунтів у формі водорозчинної амоніачної селітри із підвищеним вмістом Нітрогену або у формі KH_2PO_4 .

Визначення кількісного вмісту деяких йонів у водній витяжці тепличного ґрунту. Оскільки на етикетці виробника вказаний кількісний вміст йонів амонію, нітрат- та фосфат- йонів, то на наступному етапі роботи проведено кількісний аналіз водної витяжки з ґрунту. Результати досліджень наведені у табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Визначення вмісту деяких йонів у ґрунті для теплиць

Торгова назва виробника ґрунту	Масова концентрація йонів, мг/100г ґрунту				
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NH_4^+	NO_3^-	PO_4^{3-}
ТОВ «Плантагроу»	453±22	16,1±0,805	30±0,665	12,4±0,620	55,3±2,765
ППФ «Екофлора»	168±8	4,14±0,207	12,5±0,225	14,5±0,700	31,1±1,555
ТМ «Сила природи»	331±16	21,3±0,931	42,1±0,873	18,4±0,865	25,9±1,956

Як показують дані табл. 2.7 вміст йонів амонію, нітрат- та фосфат-іонів у зразку ґрунту ТОВ «Плантагроу» складає відповідно 30,1; 12,4 та 55,3 мг/100 г ґрунту. Вміст йонів амонію, нітрат- та фосфат- йонів, вказаний виробником на етикетці має складати не менше 15, 12 та 15 мг/100г ґрунту. Отже, проаналізований зразок ґрунту ТОВ «Плантагроу» цілком відповідає вимогам, що визначає виробник по вмісту водорозчинних біогенних елементів.

Вміст йонів амонію, нітрат- та фосфат- йонів для зразку ґрунту ППФ «Екофлора» складає 12,5; 14,5 та 31,1 мг/100г ґрунту відповідно. Сума нітрат-йонів та йонами амонію – 28 мг/100г ґрунту. Відповідно до вимог ви-

робника вміст йонів ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) та фосфат-йонів мають складати не менше 20-30 та 25-35 мг на 100г ґрунту відповідно. Таким чином, проаналізований зразок ґрунту ППФ «Екофлора» цілком відповідає інформації, що зазначена виробником на упаковці.

Вміст йонів амонію, нітрат- та фосфат- йонів для зразку ґрунту ТМ «Сила природи» становить $42,1 \pm 0,873$, $18,4 \pm 0,865$ та $25,9 \pm 1,956$ відповідно. Відповідно до даних, зазначених виробником, вміст йонів ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) та фосфат-йонів мають складати не менше 15 та 10 мг/100г ґрунту відповідно. Отже, проаналізований зразок ґрунту ТМ «Сила природи» відповідає інформації зазначеній на упаковці виробником.

Також було визначено вміст йонів Кальцію та Магнію у водній витяжці з ґрунту. Одержані результати наведені у табл.2.7.

Як показують одержані результати (табл.2.7) вміст йонів Кальцію/Магнію у зразках ґрунтів ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи» відповідно складають 453/16, 168/4,14 та 331/16 мг/100г ґрунту. Вміст йонів Магнію у зразках ТОВ «Плантагроу» та ППФ «Екофлора» незначний, але достатньо високий для зразку ТМ «Сила природи», а вміст йонів Кальцію значний, особливо для зразків ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи». Вміст йонів Кальцію більше ніж в 2,5 рази більший у водій витяжці з ґрунту ТОВ «Плантагроу», що підтверджує попередні дослідження. Високий вміст йонів Кальцію можливо обумовлений внесенням у ґрунт добрива кальцієвої селітри $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ або подрібненого суперфосфату, який завжди містить домішки кальцій сульфату [39,40].

Загальні результати аналізу досліджень зразків ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ППФ «Екофлора» щодо визначення показників, що нормуються стандартом, показників, що встановлюються і вказуються виробником на упаковці, а також показників, що не нормуються ні стандартом, ні виробником (додаткових) систематизовані і наведені в таблицях 2.8, 2.9, 2.10 та 2.11 відповідно.

**Результати досліджень щодо визначення показників
якості тепличного ґрунту, що нормується стандартом**

№	Показники якості	Норма відповідно до стандарту	Ґрунт ТОВ «Плантагроу»		Ґрунт ППФ «Екофлора»	
			Результати досліджень	Відповідність до стандарту	Результати досліджень	Відповідність до стандарту
1	Масова частка сухої речовини, %	не менше 25	31,5±3	відповідає	32,7±3	відповідає
2	Вміст механічних включень, більше 0,5 см	не допускається	0	відповідає	0	відповідає
	менше 0,5 см	5	0,8	відповідає	1,3	відповідає
3	Об'ємна маса, г/см ³	0,4-1,0	0,318±0,0636	не відповідає	0,619±0,123	відповідає
4	Загальна пористість, % об'єму	60-90	54±3	не відповідає	61±3	відповідає
5	Загальний вміст солей, мСм/см	не більше 2,0	2,59±0,5	не відповідає	0,864±0,169	відповідає

Отже, результати аналізу наведені у таблиці показали, що ґрунт ППФ «Екофлора» за показниками, що нормуються стандартом цілком відповідає вимогам нормативно-технічного документу. Зразок ґрунту ТОВ «Плантагроу» не відповідає вимогам трьох показників з поміж п'яти, а саме об'ємній масі, загальній пористості та загальному вмісту солей (питомої електропровідності водної витяжки).

**Результати досліджень щодо визначення показників
якості тепличного ґрунту, що нормується стандартом**

№	Показники якості	Норма відповідно до стандарту	Ґрунт ТМ «Сила природи»	
			Результати досліджень	Відповідність до стандарту
1	Масова частка сухої речовини, %	не менше 25	35,5±3	відповідає
2	Вміст механічних включень, більше 0,5 см	не допускається	0	відповідає
	менше 0,5 см	5	1,2	відповідає
3	Об'ємна маса, г/см ³	0,4-1,0	0,561±0,0276	відповідає
4	Загальна пористість, % об'єму	60-90	67±3	відповідає
5	Загальний вміст солей, мСм/см	не більше 2,0	2,3±0,5	не відповідає

За даними таблиці 2.9 за показниками, що нормуються стандартом зразок ґрунту ТМ «Сила природи» лише за одним показником – загальним вмістом солей. Усі інші показники якості ґрунту знаходяться у межах норми.

**Результати досліджень відповідності показників якості
зазначених виробником**

Показник	Ґрунт ТОВ «Плантагроу»			Ґрунт ППФ «Екофлора»		
	Норма, зазначена на етикетці	Результати досліджень	Відповідність нормі	Норма, зазначена на етикетці	Результати досліджень	Відповідність нормі
pH, одиниць	5,0-7,0	~7	відповідає	5,5-7,5	~6	відповідає
Вологість, %	–	59,3±3	–	не більше 30-50	58,2±3	не відповідає
Масова частка органічної речовини, %	не менше 70	68,5±3	відповідає	–	67,3±3	–
Зольність, %	не більше 30	31,5±3	відповідає	–	32,7±3	–
Масова частка рухомого Фосфору, мг/100г ґрунту	15	55±0,11	відповідає	30-45	31,1±0,0622	відповідає
Масова концентрація Нітрогену амонійного, мг/100г ґрунту	15	30,1±0,0602	відповідає	–	14,5±0,029	–
Масова концентрація Нітрогену нітратного, мг/100г ґрунту	12	12,4±0,0248	відповідає	–	14,5±0,029	–
Масова концентрація Нітрогену амонійного+нітратного, мг/100г ґрунту	–	42,5±0,085	–	20-30	28±0,056	відповідає

Як видно з таблиць 2.10 та 2.11 за показниками, що встановлюються і вказуються виробником зразки ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила при-

роди» цілком відповідають нормам, що зазначені на упаковці виробниками, а зразок ґрунту ППФ «Екофлора» не відповідає одному показнику серед чотирьох, а саме вмісту загальної вологи.

Таблиця 2.12

Результати досліджень щодо визначення показників якості тепличного ґрунту, що не нормується стандартом і не вказується виробником (додаткові)

№	Показники	Ґрунт ТОВ «Плантагроу»	Ґрунт ППФ «Екофлора»	Ґрунт ТМ «Сила природи»
1	Гігроскопічна волога, %	11,18±3	17,88±3	13,6±3
2	Загальна пористість, %	54±3	61±3	67±3
3	Об'єм пор, що зайняті водою, %	18,5±3	36,7±3	19,2±3
4	Повітропроникність, %	35,5±3	24,3±3	33,5±3
5	Мінералізація, мг/100г ґрунту	857±1,714	529±1,058	743±1,387

Таким чином, встановлено, що вимогам чинного стандарту щодо якості тепличного ґрунту відповідає лише зразок ґрунту ППФ «Екофлора», а вимогам, що встановлює виробник цілком відповідають зразки ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи», зразок ППФ «Екофлора» не відповідає вимогам виробника за одним показником.

Таким чином, зразок ґрунту ТОВ «Плантагроу» за показниками якості, що зазначені виробником на упаковці повністю відповідає нормам. За показниками якості тепличного ґрунту, що нормуються стандартом зразок ґрунту ТОВ «Плантагроу» не відповідає за трьома показниками.

Зразок ґрунту ППФ «Екофлора» за показниками якості, що зазначені виробником на упаковці не відповідає за двома показниками. За показниками якості тепличного ґрунту, що нормуються стандартом зразок ґрунту ППФ «Екофлора» цілком відповідає нормам.

Зразок ґрунту ТМ «Сила природи» за показниками якості, що зазначені

виробником на упаковці цілком відповідає нормам. За показниками якості тепличного ґрунту, що нормуються стандартом зразок ґрунту ТМ «Сила природи» не відповідає за одним показником.

ВИСНОВКИ

1. У ході вивчення літературних джерел досліджено, що ґрунти поділяються на: глинисті, піщані, суглинисті, супіщані, торф'яно-болотні, кам'яністі та чорноземи. У чистому виді ґрунти практично не зустрічаються. Кожен з перелічених видів ґрунтів має свої індивідуальні властивості.

2. Показано, що хімічний склад ґрунту характеризується мінеральною частиною, органічною речовиною, мікроелементами та гігроскопічною водою. Мінеральна частина ґрунту утворюється з мінералів та гірських порід та складає до 90-97% маси ґрунту. Органічна речовина ґрунтів – це сукупність живої біомаси, органічних решток та особливих новоутворених органічних речовин у ґрунті, що називаються гумусом. Багато елементів у ґрунтах міститься у мікрокількостях, вони складають особливу групу мікроелементів. До них відносяться: Бор, Кобальт, Йод, Цинк, Купрум, Молібден, Манган та Флуор. Мікроелементи містяться в ґрунтах можуть знаходитись у різних формах: у кристалічних решітках мінералів у вигляді ізоморфної домішки, у формі солей і оксидів, у складі органічних речовин, у йонно-обмінному стані й у розчинній формі у ґрунтового розчині. Гігроскопічна вода формується за рахунок адсорбції поверхнею мінералів парів води.

3. З'ясовано, що підготовка ґрунту до аналізу включає його висушування, очищення, розтирання та просіювання, після чого відбирають середню пробу (способом квартування), а потім лабораторну. Етапи пробопідготовки залежать від груп компонентів або показників, що будуть визначатись у ґрунті.

4. Тепличний ґрунт – являє собою спеціальний ґрунт, що використовують у теплицях для вирощування рослин. Він використовується багаторазово і дуже інтенсивно. Тепличний ґрунт після ліквідації рослин не може цілком позбутися від шкідливих речовин, що залишились у ньому, йому потрібно збагачення, підкормка і спеціальна підготовка до кожного сезону, а періодично – повна заміна. Основними компонентами тепличного ґрунту є торф, свіжа дернова земля, перегній, гнійно-земляний компост, польовий ґрунт з-

під багаторічних трав та річковий пісок. Кращими за фізичними властивостями вважаються ґрунти з співвідношенням твердої, рідкої і газоподібної фази 1:1:1. Тепличний ґрунт повинен бути не ущільненим, забезпечений усіма необхідними поживними речовинами в легкодоступній для рослин формі і вільний від шкідників і збудників хвороб.

Якість тепличних ґрунтів має контролюватися за такими обов'язковими показниками, як масова частка сухої речовини, вміст механічних включень, об'ємна маса, загальна пористість, загальний вміст солей за величиною питомої електропровідності. Такі показники, як вологомісткість, повітропроникність, вміст органічної речовини, реакція середовища, а також вміст елементів живлення та мікроелементів нормується виробником. При виготовленні тепличного ґрунту контролюють також якість окремих його складових.

5. Визначено вісімнадцять показників якості зразків ґрунту українських виробників ТОВ «Плантагроу», ППФ «Екофлора» та ТМ «Сила природи», серед яких п'ять показників нормується стандартом, вісім – встановлюється виробником та п'ять додаткових показників.

З'ясовано, що вимогам чинного стандарту щодо якості тепличного ґрунту відповідає лише зразок ґрунту ППФ «Екофлора», а вимогам, що встановлює виробник цілком відповідають зразки ґрунту ТОВ «Плантагроу» та ТМ «Сила природи», зразок «Екофлора» не відповідає вимогам виробника за одним показником.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Економіка сільського господарства: Навчальний посібник / С. М. Рогач, Н. М. Суліма, Т. А. Гуцул, Л. В. Ярема. – Київ: ЦП "Компринт", 2018. – 517 с. [1, с. 341]
2. Іваненко В.Ф. Ефективність енергозберігаючих технологій в овочівництві закритого ґрунту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.04 «Економіка та управління підприємствами» / В.Ф. Іваненко. – К., 2015. – 35 с.
3. Plt.land [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал]. – Електронні дані. – [Київ : Партнер з управління врожайністю ТОВ "Прайм Лаб Тек", 2020]. – Режим доступа: <https://plt.land/uk/service/agrohimicnij-analiz-gruntiv-teplicnih> – Агрохімічний аналіз ґрунтів тепличних.
4. ДСТУ 7632:2014 “Ґрунти тепличні. Метод визначення органічної речовини“, Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів «Центрдержродючість».
5. ДСТУ 8346:2015 “Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки“ , Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського Української Академії аграрних наук.
6. Шевряков М.В., Аналітична хімія: Навч.-метод. посібник для студентів університетів напряму підготовки «Хімія*». / М.В. Шевряков, М.В. Повстяний, Б.В. Яковенко, Т.А. Попович. – Херсон: Айлант, 2011. – 404 с.
7. ДСТУ 7945:2015 “Якість ґрунту. Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці“, Технічний комітет стандартизації «Ґрунтознавство» (ТК 142).
8. [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал]. – Електронні дані. Ґрунти поділяються на основні типи, найважливішим показником кожного з яких є склад ґрунту. Режим доступа: <https://sad.ukr.bio/ua/articles/5711/>
9. Аріон О.В. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства: Навчально-методичний посібник / О.В.Аріон, Т.Г.Купач, С.О.Дем’яненко . – К., 2017. –

226 с. (з табл. та рис.)

10. І.В. Веселовський, В.П. Гудзь, В.М. Каліберда «Основи агрономії»
11. Ґрунтознавство з основами геології : навчальний посібник / Гнатенко О. Ф., Капштик М. В., Петренко Л. Р., Вітвицький С. В. – К.: Оранта, 2005. – 648 с.
12. Назаренко І.І. Ґрунтознавство з основами геології : підручник / І.І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці: Книги-XXI, 2006. – 504 с.
13. [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал]. – Електронні дані <http://www.geograf.com.ua/gruntoznavstvo/>
14. Ковриго В.П. Почвоведение с основами геологии : [учеб. и учеб. пособия для студ. высш. уч. завед.] / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова ; под ред. В.П. Ковриго. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
15. Мойш Н. І. Ґрунтознавство: Курс лекцій. – Ужгород: Гражда, 2011. – 368 с.
16. Рева Т.Д. Аналітична хімія. Якісний аналіз: навчально-методичний посібник (ВНЗ III—IV р. а.) / Рева Т.Д., О.М. Чихало, Г.М. Зайцева та ін. – К.: Медицина, 2017. – 280 с.
17. ДСТУ “ Якість ґрунту. Оцінювання продуктивної здатності земельних ресурсів за агроґрунтовими потенціалами природної і ефективної родючості.” 2005
18. О.Ю. Сухарева, Я.Р. Базель, С.М. Сухарев Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Аналіз природних об’єктів і продуктів харчування”. Частина 2. – Ужгород, Ужгородський національний університет, 2006. – 50 с.
19. ГОСТ Р 53380-2009. Почвы и ґрунты. Ґрунты тепличные. Технические условия
20. Шевряков М.В., Аналітична хімія: Навч.-метод. посібник для студентів університетів напряму підготовки «Хімія*». / М.В. Шевряков, М.В. Повстяний, Б.В. Яковенко, Т.А. Попович. – Херсон: Айлант, 2011. – 404 с.

21. Набиванець Б.Й. Аналітична хімія природного середовища: Підручник. / Б.Й. Набиванець, В.В. Сухан, Л.В. Калабіна. - К.: Либідь, 1996.
22. Практикум з ґрунтознавства. Навчальний посібник / За редакцією Д.Г. Тихоненка і В.В. Дегтярьова. – В.: Нова книга, 2008. - 448 с.: іл.
23. Тихоненко Д.Г. Ґрунтознавство / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, М.І. Лактіонов та ін.;– К.: Вища освіта, 2005. – 703 с.: іл.
24. Бондарчук Л.Ф. Зміна деяких властивостей осушених торфових ґрунтів в процесі їх довготривалого сільськогосподарського використання // Агрохімія і ґрунтознавство. Спецвипуск до УІІ з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків України. К.4. Харків-Луцьк, 2002. с.66-67.
25. Мельничук Д. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / Д. Мельничук, М. Мельников, Дж. Гофман та ін. – К. : Арістей, 2004. – 487 с.
26. Гнатенко О.Ф. Практикум з ґрунтознавства. / О.Ф. Гнатенко, Л. Р. Петренко та інші – К.: Вид-во НАУ, 2002. – 230 с.
27. Веремеєнко С.І. Моніторинг ґрунтів: навч. посіб. / С.І. Веремеєнко, С.С. Трушева. – Рівне: НУВГП, 2010. – 227 с.
28. Жаровський Ф.Т. Аналітична хімія / Ф.Т. Жаровський, А.Т. Пилипенко, І.В. П'ятницькій. – К.: Вища, шк., 1982.– 544 с.
29. Методичні вказівки до лабораторних робіт з аналітичної хімії. Якісний аналіз катіонів. Катіони I та II аналітичних груп для студентів II курсу технологічних спеціальностей / Укл.: Ф.М. Тулюпа, І.С. Панченко. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2005. – 55 с.
30. ДСТУ 7632:2014 “Ґрунти тепличні. Метод визначення органічної речовини“, Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів «Центрдержродючість».
31. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор. – 2-е вид., випр. – К.: Центр навч. літ., 2004. – 808 с.
32. Кореньков Д.А. Минеральные удобрения и их рациональное применение. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 176 с.

33. Никитенко Г.Ф., Русков В.Е. Удобрение и качество продукции. – М.: Московский рабочий, 1988. – 128 с.
34. Радов А.С. Практикум по агрохимии : [учеб. и учеб. пособия для высш. с.-х. заведений] / А.С. Радов, И.В. Пустовой, А.В. Корольков ; под ред. И.В. Пустового. – [4-е изд. перераб., доп]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 312 с.
35. Позняк С.П. Чинники ґрунотворення: підручник / С.П. Позняк, Є.Н. Красеха. - Л: Вид-во ЛНУ імені Івана Франка, 2007. -314 с.
36. Кіт М.Г. Морфологія ґрунтів: навч. посібник /М.Г. Кіт. - Л: Вид-во ЛНУ імені Івана Франка, 2008. - 227 с.
37. Макаренко Н.А. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив за впливом на ґрунтову систему: Автореф. дис. ... докт. с.-г. наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. –Київ: Інститут агроекології та біотехнологіїУА-АН, 2002. – 35 с.
38. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / [за ред.. Носка Б. С., Прістера Б. С., Лободи М. В.]. – К.: Урожай, 1994. – 336 с.
39. Ґрунтознавство : Підручник / [І. І. Назаренко, С. М. Польшина, В. А. Нікорич]. – Чернівці: Книги – ХХІ, 2008. – 400 с.
40. Мусієнко М. М. Екологія рослин: Підручник. – К.: Либідь, 2006. – 432 с.

ДОДАТКИ

Додаток А
Зовнішній вигляд ґрунтів різних типів



Рис А. 1. Глинисті ґрунти у господарстві



Рис А. 2. Піщані ґрунти



Рис А. 3. Суглинисті ґрунти



Рис А. 4. Вапняні ґрунти



Рис А. 5. Дернові ґрунти



Рис А. 6. Супіщані ґрунти



Рис А. 7. Торф'яно-болотні ґрунти



Рис А. 8. Кам'яністі ґрунти



Рис А. 9. Чорнозем