

## Практична робота 10

### ТЕМА: «Моніторинг стану газової фази ґрунту»

**Мета роботи:** особливості проведення моніторингу стану газової фази ґрунту.

**Матеріали та обладнання:** підручники, електронні інформаційні ресурси, довідники.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Важливим у моніторингу стану ґрунту є встановлення властивостей і складу ґрунтових газів. Газова фаза ґрунту – це суміш газів і летких органічних сполук, які заповнюють пори ґрунту. Основними джерелами надходження повітря в ґрунт є приземний шар атмосфери і гази, які утворюються в ґрунті. Ґрунтове повітря потрібне для дихання коренів рослин, аеробних мікроорганізмів, тваринних організмів.

В ґрунтовому повітрі міститься декілька газів, з яких вуглекислий газ, азот і водяна пара є найважливішими. Ґрунтове повітря відрізняється від складу атмосферного повітря, маючи у кілька разів вищий вміст вуглекислого газу і менший вміст кисню. Середня концентрація  $\text{CO}_2$  в ґрунтовому повітрі становить близько 0,25 %, що в 7–8 разів більше, ніж в атмосфері. Кількість  $\text{CO}_2$  зростає із збільшенням глибини. Максимальна кількість  $\text{CO}_2$  спостерігається в перезволожених ґрунтах. За високої концентрації  $\text{CO}_2$  ( $> 2\text{--}3\%$ ) спостерігається пригнічений розвиток рослин.

Кисень в ґрунтах витрачається в результаті поглинання кореневою системою рослин для забезпечення їх життєдіяльності і на аеробну деструкцію (мінералізацію) органічної речовини. Вміст азоту в ґрунтовому повітрі майже такий же, як і в атмосфері. Фауна та флора ґрунту споживають кисень і виділяють вуглекислий газ. Двоокис вуглецю в ґрунтовому повітрі постійно вилучається з пор ґрунту в атмосферу і навпаки. Дифузію  $\text{CO}_2$  з ґрунту в приземний шар атмосфери прийнято називати диханням ґрунту. Інтенсивність дихання ґрунту залежить від характеру рослинності, системи обробітку, гідротермічних умов тощо. Підвищення концентрації  $\text{CO}_2$  в приземному шарі атмосфери підвищує інтенсивність фотосинтезу. Повітря може перебувати в ґрунті в наступних станах:

- вільному: коли повітря вільно переміщується по капілярних і не капілярних порах і обмінюється з атмосферою. Саме за рахунок нього

відбувається аерація ґрунту. Після відтікання гравітаційної води повітря зазвичай займає великі некапілярні пори;

- вільному защемленому: при зволоженні ґрунту частина вільного повітря ізолюється через водяні пробки;

- адсорбованому: форма повітря, що характеризується газами, адсорбованими на поверхні ґрунтових частинок. Його кількість залежить від гранулометричного складу ґрунту і вмісту в ній органічної речовини. Чим менше розмір ґрунтових частинок і чим більше гумусу в ґрунті, там більше рівень адсорбованого повітря;

- розчиненому: гази, які розчинені в ґрунтовій волозі. Такі гази не беруть участь в газообміні з атмосферою. Розчинене ґрунтове повітря відіграє важливу роль як у забезпеченні багатьох фізико-хімічних процесів, що відбуваються в самому ґрунті, так і в забезпеченні фізіологічних потреб рослин, мікроорганізмів і ґрунтових тварин.

Ґрунтове повітря – важлива динамічна складова частина ґрунту, яка перебуває в тісному взаємозв'язку з іншими фазами. Без нього і в першу чергу без кисню, пригнічуються рослини, сповільнюється ріст коренів, погіршується споживання рослинами води і розчинених в ній поживних речовин, різко знижується родючість. Кількість і склад ґрунтового повітря впливають на розвиток і життєдіяльність рослин і мікроорганізмів, розчинність хімічних сполук і їх міграцію в профілі, на інтенсивність ґрунтових процесів. Тому аналіз стану Ґрунтового повітря, зокрема рівня вуглекислого газу, відіграє важливу роль в раціональному використанні агробіологічного потенціалу поля.

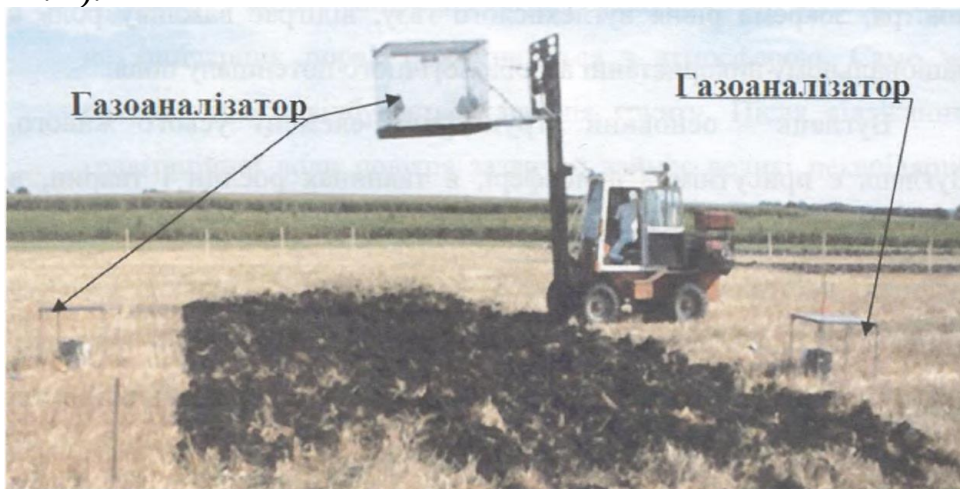
Вуглець — основний структурний елемент усього живого. Вуглець є присутнім в атмосфері, в тканинах рослин і тварин, в неживій органічній речовині, у викопному паливі, в каменях, він значною частиною розчинений у водах океану. Перехід молекул вуглецю з однієї форми в іншу відомий як кругообіг вуглецю. Рослини отримують з атмосфери вуглець, який бере участь в процесі фотосинтезу. Використовуючи енергію сонця і вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) з атмосфери, рослини перетворюють  $\text{CO}_2$  в органічний вуглець, що сприяє росту стебел, листя і коренів. Результатом життєвого циклу і загибелі рослин є накопичення і розкладання рослинної тканини, як на поверхні ґрунту, так і під нею (корені рослин), і виробництво значної кількості ґрунтового органічного вуглецю.

Ґрунти відрізняються по кількості вмісту в них ґрунтового органічного вуглецю: від менше 1 % в піщаних ґрунтах і більше 20 % в заболочених ґрунтах. Середній природний рівень вмісту ґрунтового органічного вуглецю варіює в межах 2–6%.

### Датчики аналізу газової фази ґрунту

Для вирішення задач моніторингу стану ґрунту необхідно визначати вміст вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі та його емісію з ґрунту залежно від різних технологічних факторів (обробітку ґрунту, рівня добрив, сівозмін тощо).

Для визначення емісії  $\text{CO}_2$  з ґрунту використовують, так званий, метод «комірок» (мал. 1).



**Мал. 1. Схема методу «комірок» для визначення інтенсивності виділення  $\text{CO}_2$  під дією зовнішніх факторів**

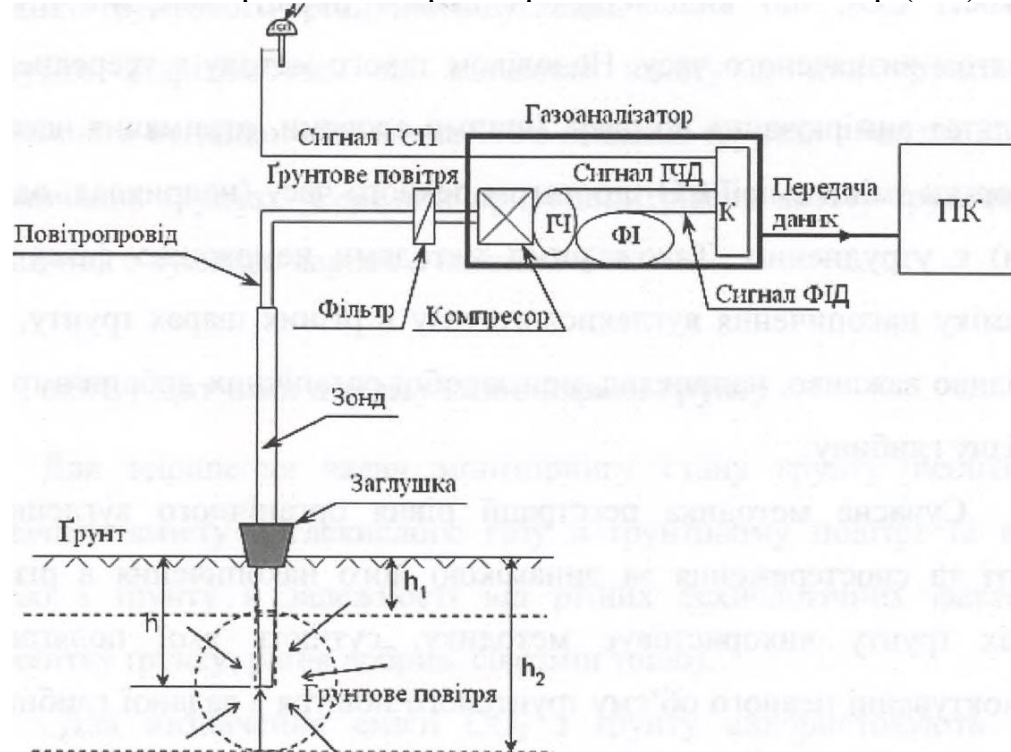
Суть методу полягає у визначенні спеціальними індикаторами кількості  $\text{CO}_2$ , що виділяється з певної площі поверхні ґрунту протягом визначеного часу. Недоліком такого методу є усереднений результат вимірювання по часу. Іншими словами, отримання часової розгортай зміни емісії  $\text{CO}_2$  упродовж певного часу (наприклад, однієї доби) є утрудненим. Також цими методами неможливо фіксувати динаміку накопичення вуглекислого газу в різних шарах ґрунту, що особливо важливо, наприклад, при заробці органічних добрив в ґрунт на різну глибину.

Сучасна методика реєстрації рівня органічного вуглецю в ґрунті та спостереження за динамікою його накопичення в різних шарах ґрунту використовує методику, сутність якої полягає у висмоктуванні певного об'єму ґрунтового повітря з заданої глибини і подачею цього повітря до газоаналізатора, який виконаний на базі фотоіонізаційного (ФІ) та інфрачервоного (ІЧ) датчиків (мал. 2.).

Зонд, виготовлений у вигляді пустотілого циліндра діаметром 20 мм, занурюють у ґрунт на задану глибину  $h = (h_1 + h_2)/2$ , яка визначається умовами аналізу (параметром дослідного шару  $Ah = h_2 - h_1$ , що задається). Якщо ґрунт достатньо щільний, то за допомогою бура робиться свердловина, у яку вставляється зонд. Спеціальна заглушка закриває свердловину, щоб унеможливити потрапляння через забірний отвір зонда атмосферного повітря.

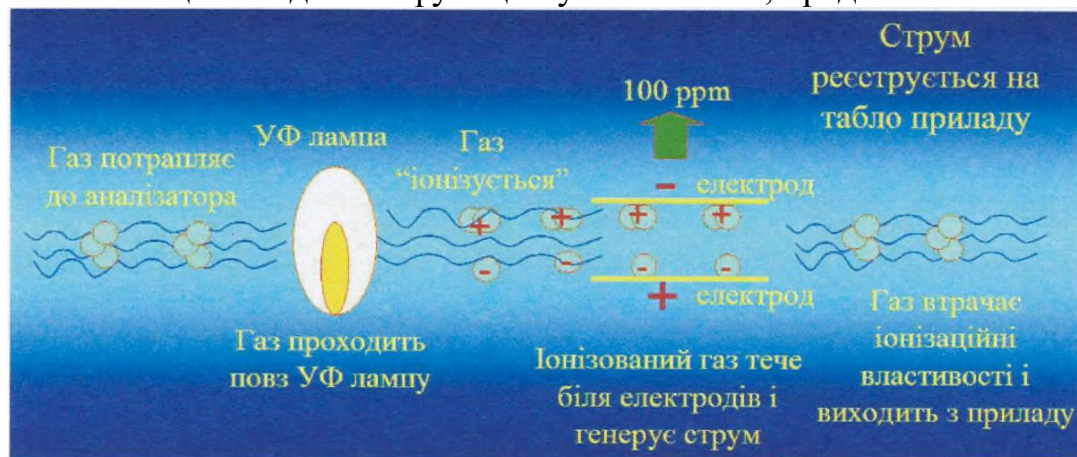
Забірний отвір знаходиться на кінці зонда та захищений від забивання ґрунтом. За допомогою цього зонда по гнучкому повітропроводі ґрунтове повітря подається через фільтр до газоаналізатора.

Газоаналізатор має внутрішню пам'ять в яку записуються дані вимірів, а також ці дані можна передавати через порт RS232 на комп'ютер (ПК).



**Мал. 2. Схема реєстрації місцевизначених даних з вмісту вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі.**

Фотоіонізаційний датчик функціонує за схемою, представленою на мал. 3.



**Мал. 3. Схема функціонування фотоіонізаційного датчика**

Грунтове повітря потрапляє до вхідного отвору аналізатора і проходить через зону, що опромінюється ультрафіолетовою (УФ) лампою. При цьому газ іонізується і надходить до горловини з двома чутливими до заряду іона електродами, до одного з яких наближаються позитивно заряджені іони газу, а до другого – негативно. На електродах виникає потенціал, величина якого пропорційна вмісту кисня в ґрунтовому повітрі. Надалі газ виходить із зони чутливих електродів, втрачає іонізаційні властивості і виходить з приладу в атмосферу.

Мобільний газоаналізатор Eсoprobe-5 (мал. 4) виробництва компанії «RS Dynamics» (Чехія) дозволяє вимірювати концентрацію газів ґрунтового повітря в проміле за допомогою інфрачервоного та фотоіонізаційного детекторів. Це повністю автономний прилад із власним джерелом живлення (акумуляторна батарея).

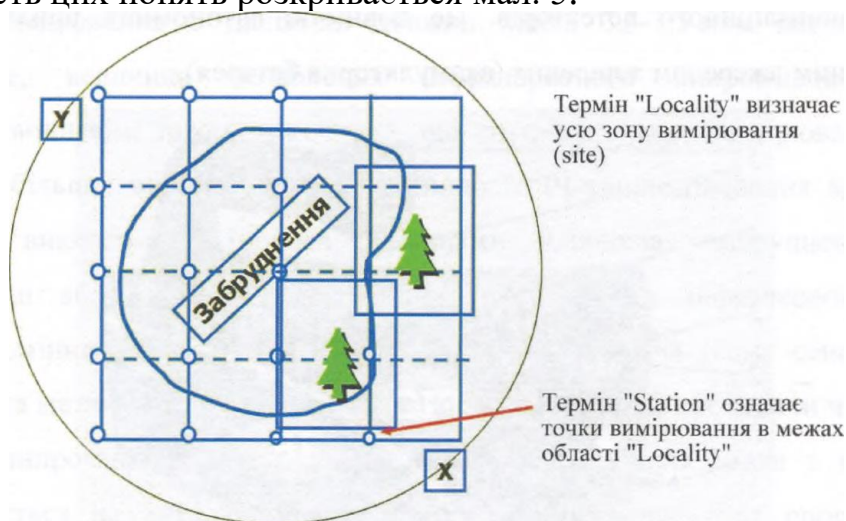


**Мал. 4. Газоаналізатор Eсoprobe 5:** 1 - отвір для забору газу на аналіз; 2 - отвір для виведення дослідженого газу за межі приладу; 3 - multifunctional port; 4 - display; 5 - panel manual control and correction of work.

Подача газу для аналізу відбувається за допомогою вбудованого повітряного насосу через отвір 1. Через отвір 2 досліджений газ видаляється з приладу. Результати вимірювання прилад може видавати на зовнішній пристрій через multifunctional port 3. Також через цей роз'єм відбувається автоматичне дистанційне управління приладом зовні, наприклад, з

персонального комп'ютера. У випадку ручного управління передбачено відповідну панель управління 5 та графічний дисплей 4.

За проведення вимірювань використовуються поняття "область" і "станція". Сутність цих понять розкривається мал. 5.



**Мал. 5. Сутність понять "область" і "станція"**

Зв'язок прилада з комп'ютером відбувається за допомогою програми для комунікації ECOPROBE View Plus. Це пакет Windows- програм, що дозволяє передавати дані від приладу до комп'ютера і забезпечує графічну інтерпретацію даних, процедури калібрування шкали вимірів і зв'язок по інтернету між віддаленим приладом ECOPROBE-5 і базовим офісом. ECOPROBE View Plus дозволяє імітувати клавіатуру приладу для віддаленого контролю ним.

Показана динаміка зміни вмісту  $\text{CO}_2$  в ґрунтовому повітрі перед і після проведення оранки ґрунту.

Вплив різних технологій обробки ґрунту на вміст і емісію  $\text{CO}_2$  треба враховувати при управлінні агробіологічним потенціалом поля. Швидка втрата ґрунтом вуглецю, що вивільняється в атмосферу у вигляді  $\text{CO}_2$  після інтенсивного обробки ґрунту (наприклад, оранка), призводить до збільшення викидів  $\text{CO}_2$  в атмосферу, замість того, щоб акумулюватися в ґрунті, поліпшуючи його родючість. А це, у свою чергу, сприяє виникненню парникового ефекту та глобальному потеплінню на планеті.

Не дивлячись на складність проблеми парникового ефекту, на сьогоднішній день вже з'ясовані основні аспекти, що сприяють глобальним кліматичним змінам, а також відомі речовини (парникові гази) та їх джерела. Сільське господарство «виробляє» до 20 % від загального об'єму викидів парникових газів. Спалювання палива при використанні сільськогосподарської техніки часто відносять до основних джерел викидів  $\text{CO}_2$ , при цьому ігнорується емісія  $\text{CO}_2$  із сільськогосподарських ґрунтів, що викликана «спалюванням»

органіки, яка залишається після збору урожаю, і виділенням ґрунтового органічного вуглецю з-за більшої або меншої інтенсивності відвальної оранки, що до цих пір вважається «гарним способом обробітку ґрунту».

У табл. 1 наведені результати дослідження вмісту вуглекислого газу в 10-ти см шарі ґрунту при проведенні інтенсивної обробки (дискуванням). Різниця концентрації  $\text{CO}_2$  до та після виконання цієї технологічної операції майже у 3 рази підкреслює важливість диференційованого підходу при обробітку ґрунту.

**Таблиця 1. Вплив інтенсивного обробітку ґрунту (дискування) на вміст вуглекислого газу в 10-ти см шарі ґрунту, проміле**

| Варіант                      | Температура, °C | Вміст $\text{CO}_2$ |
|------------------------------|-----------------|---------------------|
| До культивації               | 7,96            | 1981                |
| Через 5 хв після культивації | 7,7             | 695                 |

У відповідності із розрахунками і оцінками, що проводились протягом десятиліть, вміст органічних речовин в ґрунті суттєво знизилось із-за експлуатації сільськогосподарських земель. Розрахунки показують, що зниження вмісту органічного вуглецю у верхньому (30 см) шарі ґрунту на 1%, відповідає вилученню біля 45 тон вуглецю або 166 тон  $\text{CO}_2$  в атмосферу на 1 гектар поля. Це показує, який вплив спричиняє ведення рослинництва на викиди  $\text{CO}_2$  в атмосферу при нераціональному обробітку ґрунту.

Швидка втрата ґрунтом вуглецю, що вивільнюється в атмосферу у вигляді  $\text{CO}_2$  після інтенсивного обробітку ґрунту (наприклад, оранка), призводить до збільшення викидів  $\text{CO}_2$  в атмосферу, замість того, щоб акумулюватися в ґрунті і поліпшувати його родючість. Це сприяє виникненню парникового ефекту та глобальному потеплінню на планеті.

Урахування процесів впливу інтенсивного обробітку ґрунту на рівень органічного вуглецю в ґрунті відкриває потенціал для процесу секвестрації  $\text{CO}_2$  шляхом змін методів і способів обробітку ґрунту, що практикуються сьогодні і зберегти великий об'єм ґрунтового органічного вуглецю, який нехтувався протягом десятиліть при традиційних методах землеробства, збільшуючи, таким чином, не тільки вміст органічних речовин в ґрунті, але і також родючість ґрунту, забезпечуючи раціональне стає сільськогосподарське та продуктове виробництво.

## ХІД РОБОТИ

### **Завдання:**

1. Оволодіти знаннями щодо особливостей проведення моніторингу стану газової фази ґрунту.
2. Засвоїти види датчиків і принципи їх роботи щодо аналізу газової фази ґрунту.

### **Література:**

1. Система точного землеробства: підручник /Л. В. Аніскевич, Д. Г. Войтюк, Ф. М. Захарін, С. О. Пономаренко; за ред. Л. В. Аніскевича. К. : НУБіП України, 2018. 566 с.
2. Вигера С.М. Природні і культурні фітоценози та принципи контролю їх біорізноманіття : монографія. Київ: НУБіП України, 2013. 300 с.
3. Вигера С. М., Басюк І. В., Сидоренко Л. П. Особливості контролю біорізноманіття за умов органічного виробництва фітопродукції. *Збірник статей з актуальних питань інноваційного консалтингу* / НУБіП України, кафедра аграрного консалтингу та сервісу. Київ : Аграр Медіа Груп, 2010. С. 130–134.
4. Войтюк Д. Г. Моніторинг фітосанітарного стану посівів в системі точного землеробства. *Зб. НАУ*. Київ Т. XI, 2002. С.76–80.
5. Доля М.М. Фітосанітарний моніторинг : навчальний посібник / за ред. М.М. Долі та Й.Т. Покозія. К. : НАУ, 2004. 214 с.