

Макаєв В. І, Василюк В. І. Скашивання льна-долгунца и укладывание в валки с хаотическим расположением.

Изложены результаты уборки льна-долгунца по энергосберегающей технологии путем скашивания. Данная технология исключает из технологического регламента уборки льна-долгунца использование специальных льноуборочных машин.

**Ключевые слова:** лен-долгунец, треста, короткое волокно.

УДК 531.7

## МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВМІСТУ ГУМУСУ В ҐРУНТІ

*В. Кучерук, д.т.н., О. Ігнатенко*

*Вінницький національний технічний університет*

**Ключові слова:** ґрунт, гумус, гліцин, біосенсор, мікропроцесорна система контролю.

Проведено аналіз існуючих наукових даних про властивості гумусу ґрунту, обґрунтовано вибір біомолекулярного вимірювального перетворювача (біосенсора) гумусу для отримання інформативного параметра, який більш адекватно висвітлює характеристику гумусу. Розроблено функціональну схему мікропроцесорної системи контролю вмісту гумусу в ґрунті на основі нових біосенсорів, яка значно спрощує процес проведення агрохімічного аналізу.

**Постановка проблеми.** Задача забезпечення сільськогосподарського виробника оперативною інформацією про гумусний стан його поля шляхом залучення сучасних технічних засобів контролю з метою визначення оптимального рівня врожаю є досить актуальна, особливо в останні роки, коли з'явилось багато приватних сільськогосподарських підприємств і існуючі лабораторії не можуть задовольнити потреби в отриманні достовірних даних про гумусність ґрунту. Вирішення цієї проблеми пов'язане з великими науковими та технічними труднощами, що пояснюються складним характером самого об'єкта контролю – гумусу ґрунту.

Гумус (від лат. humus – земля, ґрунт) – найважливіша складова частина ґрунту, специфічний органічний субстрат, який характеризує ґрунт в плані його потенційної родючості.

ґрунт, як середовище формування гумусу, створює певну проблему вимірювання гумусу в ґрунті, оскільки значно збільшує випадкову похибку контролю завдяки імовірно-статистичному характеру своїх властивостей фізичних, фізико-хімічних та біологічних [1, 2].

Фізичні властивості ґрунту оцінюють такими показниками, як щільність, водопроникність, вологоємність, повітроємність, теплоємність та ін.

Біологічні властивості ґрунту, тобто його біологічна активність, визначається живими організмами, що живуть у ґрунті (нематодами, кліщами, колемболами, червами та ін.) і активно діють на вміст в ньому органічних речовин, роздрібнюючи або перероблюючи рослинні та тваринні залишки. В утворених екскрементах активно розвиваються мікроорганізми, ґрунтові гриби, що і беруть участь у процесі гумусоутворення, збагачення ґрунту азотом, рухомими формами елементів живлення рослин.

Фізико-хімічні властивості ґрунтів в першу чергу визначаються такими показниками: мінералогічним складом (і в значній мірі глинистими мінералами), гумусним станом, складом та кількістю обмінних катіонів (K, Na, Mg, Al, H), які легко обмінюються у ґрунті при взаємодії з розчинами, що містять у надлишку інші катіони. Ці катіони регулюють кислотність ґрунту, концентрацію рухомих, доступних живлячих речовин, таких як калій, фосфор, азот.

Загальний елементний склад ґрунту досить об'ємний (майже усі елементи періодичної системи Д. І. Менделєєва), що відіграє роль своєрідного інформаційного шуму, який треба або усувати, або знаходити шляхи зменшення його впливу на результат вимірювання. Мають місце також просторова неоднорідність хімічного складу ґрунту навіть в умовах обмеженої території та складність елементного хімічного складу при сильних коливаннях діапазону концентрацій окремих елементів.

Дуже важливим для контролю гумусу є факт різних видів зв'язку (хімічного, водневого та міжмолекулярного) між органічними речовинами та мінеральними компонентами ґрунту, які ускладнюють задачу виділення гумусних речовин з ґрунту для проведення вимірювань.

Таким чином, гумус ґрунту являє собою дуже складну субстанцію, що перебуває в стані постійної трансформації (зміні хімічного складу) під впливом великої кількості зовнішніх випадкових і невідповідних факторів. Цей процес пояснює теорія гуміфікації [1, 3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні гумус ще не ідентифікований хімічно, тобто немає ще повного його опису у вигляді

хімічних формул. В загальному випадку до складу гумусу входять специфічні гумусові речовини (в тому числі гумусові кислоти), неспецифічні сполуки, проміжні продукти розпаду та гуміфікації.

З іншого боку, сучасні методи аналітичної хімії гумусу дозволили встановити основні сполуки, функціональні групи та елементи, що входять до хімічного складу гумусу. При цьому найкраще досліджені гумусові кислоти, на основі відомих методів виділення гумусних речовин [4].

Для поглиблення та розширення об'єму інформації, що отримується при аналізі елементного вмісту гумусу, в [1] доведена доцільність розрахунків елементного вмісту гумусних речовин у атомних (мольних) відсотках. В результаті такого підходу були визначені середньостатистичні оцінки вмісту вуглецю, водню, азоту та кисню в гумінових кислотах, в фульвокислотах та гіматомеланових кислотах. Основний висновок такого розрахунку полягає в тому, що у кількісному відношенні вуглець виходить на перше місце у гумусі.

Але відомі методи [4] фізико-хімічного аналізу гумусового стану ґрунтів, що будуються на опосередкованому його визначенні за вмістом вуглецю у ґрунті, не задовольняють умови оперативного аналізу (експрес-аналізу): проводяться за складною та тривалою методикою.

Досліджуючи інший елемент – азот як можливий інформативний параметр вимірювального перетворювача гумусу, можна встановити, що серед азотовмісних речовин, які утворюють хімічні зв'язки із лабільними частинами гумусних речовин, найбільш перспективними у плані контролю гумусу є амінокислоти. В роботі [1] наведені амінокислотні спектри для всієї проби ґрунту та гумусових кислот із цієї проби, звідки видно, що більшість амінокислот входить до складу не тільки гумусових кислот, але і до інших речовин ґрунту, окрім гліцину, який за результатами експерименту повністю входить до складу гумусових кислот. Це дає змогу використати гліцин у якості інформативного параметра. За його вмістом у пробі ґрунту можна визначити гумусний стан ґрунту шляхом перерахунку вмісту гліцину у вміст гумусових речовин через статистично визначений коефіцієнт перерахування гліцин-гумус.

Гліцин як амінокислота належить до складних органічних сполук. Тому його аналітичний аналіз, що має виконуватись у створюваній системі контролю гумусу, відноситься до області аналітичної хімії органічних речовин та сполук.

Одним із перспективних напрямків розвитку аналітичної хімії є застосування біомолекулярних вимірювальних перетворювачів (біосенсорів) [5].

Біосенсор повинен бути селективним тільки до певної складової частини гумусу (наприклад, гліцину) і дозволяти вимірювати її вміст у контрольованому гумусі.

Біосенсор будується на основі біологічного чутливого елементу (БЧЕ), який характеризується певною специфічністю взаємодії з молекулами сполуки, що має бути аналітично визначеною у оточуючому БЧЕ середовищі [6]. В результаті взаємодії БЧЕ з молекулами сполуки генерується потік електронів або змінюються фізичні властивості біомолекул, що перетворюється в електричний струм (можлива генерація струму до 0,1 мА).

**Постановка завдання.** Забезпечення сільськогосподарських підприємств оперативною інформацією про гумусний стан ґрунтів за допомогою мікропроцесорної системи контролю вмісту гумусу в ґрунті на основі біосенсорів.

**Виклад основного матеріалу.** Основним критерієм при виборі біосенсорного методу аналізу та ідентифікації гліцину у ґрунтовому розчині будемо вважати його чутливість та специфічність. Треба врахувати також час проведення аналізу та можливість його реалізації у польових умовах.

Для біосенсорного аналізу амінокислот, як показує світовий досвід, найбільшою селективністю характеризується метод на основі ферментного БЧЕ. Це пояснюється тим, що ферментативна реакція взаємодії гліцину ґрунтової суспензії з ферментним БЧЕ має суттєву електричну активність (окислення гліцину з виділенням електронів).

З огляду на ферментів, можна встановити, що для побудови БЧЕ гліцину як органічного субстрату для біосенсорного аналізу можна використовувати два ферменти: гліциндекарбоксілазу – абсолютно специфічний фермент відповідну оксидазу як фермент із груповою специфічністю.

Як електроди використовуємо вуглецевий матеріал, оскільки він має ряд унікальних властивостей: біологічна нейтральність, електропровідність, високі сорбційні властивості в силу своєї пористої структури, що забезпечують застосування його для практичних цілей. Графіт частіше усього використовують як наповнювач при розробці і виробництві вуглеграфітових композиційних матеріалів (ВКМ).

Виходячи з усіх переваг, що надає використання ВКМ для створення електроду БФП, вибираємо саме цей матеріал для біосенсора гліцину.

Як референтний електрод використовуємо хлоросрібний електрод  $\text{AgCl}$ .

Таким чином утворюється електрохімічне коло:  $\text{AgCl}$  – досліджуваний розчин (змішаний зразок ґрунту) – біоактивний шар – ВКМ – графіт, яке генерує певний інформативний електричний сигнал.



Отримані результати дозволяють створити мікропроцесорну систему контролю вмісту гумусу в ґрунті на основі біферментного електроду з вуглеграфітною основою. Але складність самого процесу вимірювального перетворення, що відбувається у біосенсорі, вимагає і відповідної математичної обробки його вихідного сигналу для забезпечення необхідної достовірності результатів контролю.

Математичне забезпечення системи може бути у вигляді спеціальної комп'ютерної програми, яка повинна враховувати випадковий характер багатьох процесів, що входять складовими до єдиного вимірювального процесу, і видавати достовірну оцінку гумусного стану певного сільськогосподарського угіддя.

Мікропроцесорна система контролю гумусного стану ґрунту представлена функціональною схемою на рис. 1.

Ядром системи є мікроконтролер, за допомогою якого здійснюється вибір каналу, що вимірюється, обробка результатів вимірювання, корегування результатів при температурному дрейфі, здійснення роботи в ручному та автоматичному режимах, а також відображення інформації на цифровому табло та виведення її по послідовному каналу на персональний комп'ютер.

На вході системи є вісім перетворювачів вимірювального параметра в напругу та вісім перетворювачів температури в напругу, що відповідно об'єднані у вісім каналів В1...В8. Змішані зразки ґрунту Р1-Рn аналізуються біосенсорами С/U, їх вихідна різниця потенціалів підсилюється і поступає на комутатор МХ1, а інформація від сенсорів температури, яка необхідна для корегування основного вимірювання з метою зменшення похибки, – на комутатор МХ2. За допомогою комутаторів відбувається вибір потрібного каналу вимірювання. Виходи комутаторів об'єднані, а керування їх здійснюється мікроконтролером CPU за допомогою порта P1 через регістр 8G1. Вимірювання, таким чином, здійснюються в два етапи – спочатку вимірюється величина гумусу, а потім – температура для наступного корегування.

З виходу комутаторів інформаційний сигнал поступає на активний фільтр низької частоти Z1. Цей фільтр другого порядку з частотою зрізу 20 Гц. Така низька частота зрізу вибрана з метою ефективного усунення шумів і наводок частоти мережі.

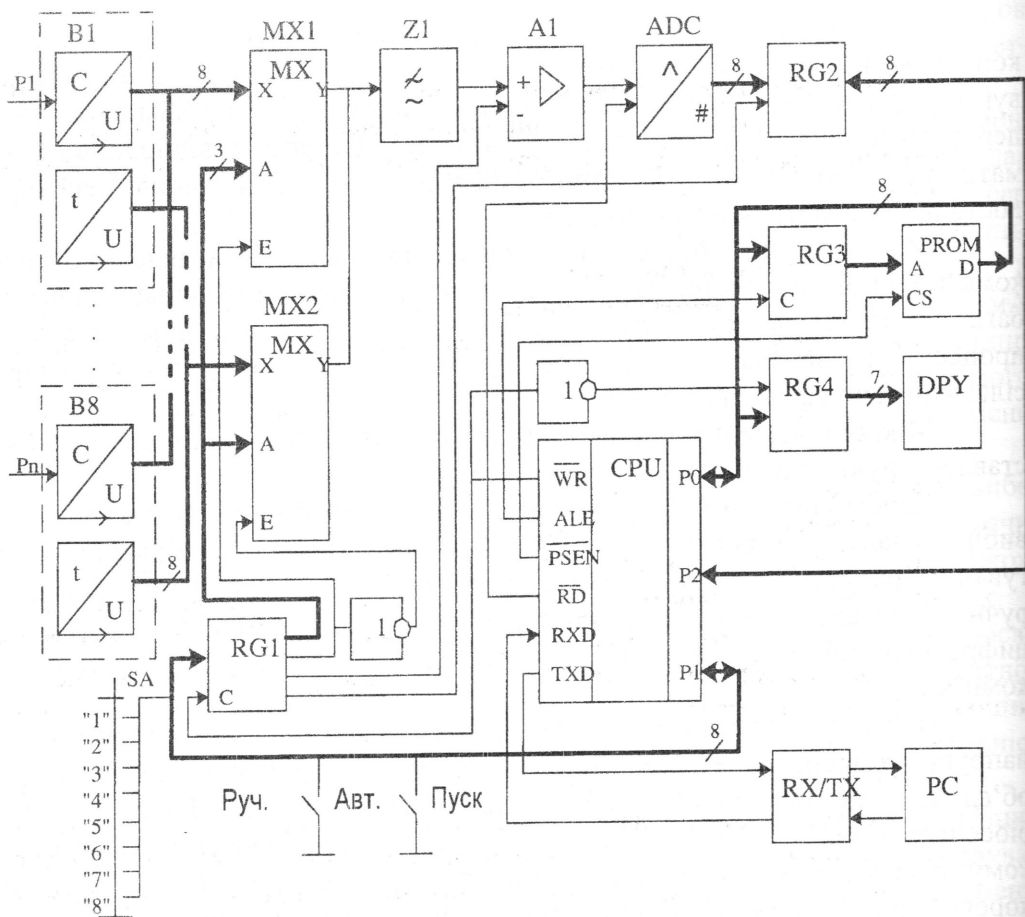


Рис. 1. Функціональна схема системи контролю

З виходу фільтра низької частоти сигнал надходить на підсилювач з перемикаючим коефіцієнтом підсилення. Коефіцієнт підсилення змінюється за командою мікроконтролера CPU через регістр RG1 з метою підвищення точності зміни. Підсилений сигнал поступає на АЦП (ADC), де перетворюється в цифровий восьмирозрядний код та через регістр RG2 на порт P2 мікроконтролера CPU. Обмін інформацією з зовнішньою постійною пам'яттю PROM мікроконтролер здійснює за допомогою регістра RG3 через порт P0.

На рис. 2 наведена загальна схема роботи системи контролю, яка передбачає підготовку змішаного зразка ґрунту та введення додаткових корекцій у процес вимірювального перетворення та обробки результатів.

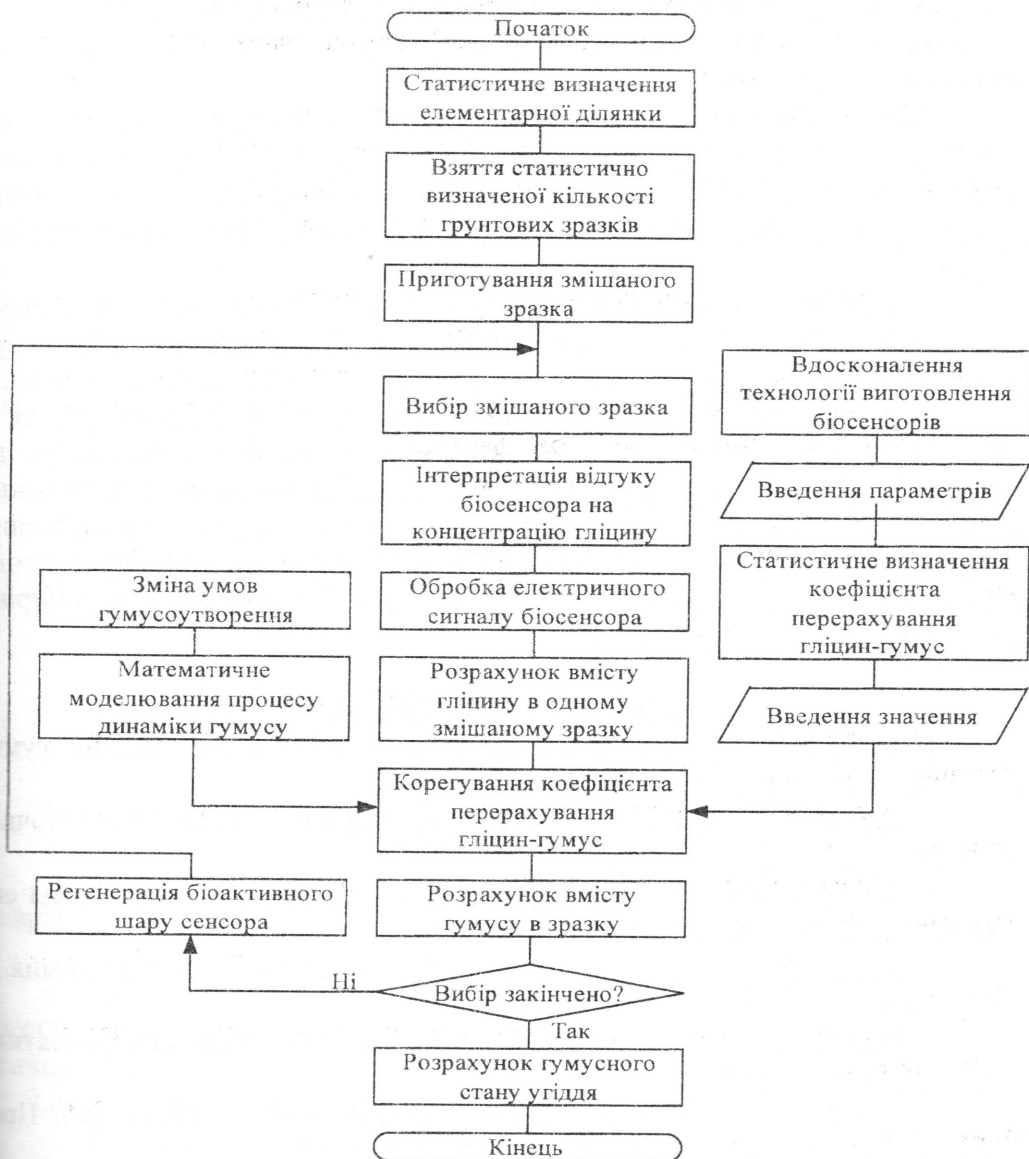


Рис. 2. Загальна схема роботи системи контролю гумусу ґрунту

Мікропроцесорна система працює в двох режимах – ручному та автоматичному. В ручному режимі можна вибирати для вимірювання номер каналу за допомогою перемикача SA, а кнопкою “Пуск” виміряну величину індикувати на табло DPY. В автоматичному режимі по черзі опитуються вимірювальні канали, інформація обробляється мікроконтролером CPU, а потім по послідовному каналу через приймач-передавач RX/TX передається

на персональний комп'ютер РС, де програмно розраховується вміст гумусу у змішаному зразку через коефіцієнт перерахування гліцин-гумус та гумусний стан угіддя в цілому.

**Висновки.** Отже, в даній статті проведено аналіз існуючих наукових даних про властивості гумусу ґрунту, обґрунтовано вибір біомолекулярного вимірювального перетворювача (біосенсора) гумусу для отримання інформативного параметра, який більш адекватно висвітлює характеристику гумусу.

Розроблено функціональну схему мікропроцесорної системи контролю вмісту гумусу в ґрунті на основі нових біосенсорів, яка значно спрощує процес проведення агрохімічного аналізу. Наведено схему роботи системи.

Оцінка гумусного стану певного сільськогосподарського угіддя є випадковою величиною багатьох факторів, що входять складовими до єдиного вимірювального процесу: сама природа вимірювань, імовірнісний характер формування об'єкта контролю – гумусу ґрунту, імовірнісний характер взяття ґрунтових зразків, неправильний вибір методики проведення аналізу потребують подальших досліджень з метою одержання достовірної інформації про гумусний стан ґрунту.

#### Бібліографічний список

1. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Из-во МГУ, 1990. – 325 с.
2. Орлов Д. С. Физическая химия и проблемы почвоведения // Почвоведение. – 1986 – №1. – С. 6–14.
3. Александрова Л. Н. Органическое вещество почв и процессы его трансформации. – Ленинград: Наука, 1980. – 228 с.
4. Никитин Б. А. Метод определения гумуса почвы // Агрехимия. – 1999. – №5. – С. 91–93.
5. Єльська Г., Корпан Я. Біосенсорні технології: реалії та перспективи // Вісник НАНУ. – 2000. – №3. – С. 36–40.
6. Кулис Ю.Ю. Биомолекулярные измерительные устройства // Приборы и системы управления. – 1990. – №6. – С. 13–15.

#### **Kucheruk V., Ignatenko O. Microprocessor control of the content of humus in the soil.**

The function scheme of soil humus microprocessor control system with the help of biosensors was developed. As biosensors were used carbongraphite-based bifermantal electrodes. The scheme of the system work was shown.

**Key words:** microprocessor control system, soil, humus, glycine, biosensor.

**Кучерук В., Игнатенко О. Микропроцессорная система контроля содержания гумуса в почве.**

Проведен анализ существующих научных данных о свойствах гумуса почвы, обоснован выбор биомолекулярного измерительного преобразователя (биосенсора) гумуса для получения информативного параметра, который более адекватно освещает характеристику гумуса. Разработана функциональная схема микропроцессорной системы контроля содержания гумуса в почве на основе новых биосенсоров, которая значительно упрощает процесс проведения агрохимического анализа.

**Ключевые слова:** почва, гумус, глицин, биосенсор, микропроцессорная система контроля.

УДК 620.16.63

## **ВПЛИВ ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ НА ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ КАВОВИХ ЗЕРЕН**

*О. Соколовський, к. т. н., Р. Кузьмінський, к. т. н., Р. Лозовий*  
*Львівський національний аграрний університет*

**Ключові слова:** кавові зерна, відносна вологість, геометричні параметри.

Викладено результати визначення геометричних параметрів кавових зерен сортів Арабіка та Робуста різної відносної вологості, а також статистичної обробки отриманих даних.

**Постановка проблеми.** Конструктивно-технологічні параметри машин та обладнання, які застосовують для зберігання та переробки кави, суттєво залежать від форми та розмірів зерен. Неточності у визначенні геометричних параметрів зерен призводять до підвищення енерго- та матеріаломісткості обладнання, а також є причиною зниження якості процесів сортування, зберігання та переробки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню фізико-механічних властивостей сільськогосподарських матеріалів, у тому числі кавових, присвячено багато робіт [9, 16, 17].