

### Висновки

За допомогою розробленої в ІТТФ НАН України установки синхронного теплового аналізу ДМКИ-01 було експериментально досліджено теплоємність бланшованих та не бланшованих паренхімних тканин картоплі та питому теплоту випаровування з них вологи – теплові характеристики необхідні для визначення критерію Ребіндера ефективності їх сушки.

Отримані експериментальні результати показали, що процес прогріву тканин картоплі в киплячій воді до температури 95°C призвів до збільшення як теплоємності тканин, так і теплоти випаровування з них вологи. Причиною цього, очевидно, є збільшення кількості зв'язаної води в тканинах картоплі через клейстеризацію крохмалю тканин під час бланшування.

На підставі експериментально отриманих даних щодо теплоємності попередньо оброблених та необроблених паренхімних тканин картоплі і теплоті випаровування з них вологи було вираховано критерій Ребіндера  $R_b$  ефективності їх сушки. Результати розрахунку показали, що сушіння бланшованої картоплі є більш оптимальним за співвідношенням у витраті енергії на нагрів матеріалу к витратам на випаровування з нього вологи.

### Література

1. Михайлик В.А., Дмитренко Н.В., Михайлик Т.А. Влияние термического воздействия на состояние воды в растительных тканях // Промышленная теплотехника – 2007. – Т.29, №7. – С.212-217.
2. Патент України № 84075 МПК G01 N25/26, G01 N25/28 / Калориметричний пристрій для визначення питомої теплоти випаровування вологи і органічних рідин з матеріалів / Снежкін Ю.Ф., Декуша Л.В., Дубовікова Н.С., Грищенко Т.Г., Воробйов Л.Й., Боряк Л.А. – Заявка № а2006 13266 від 15.12.2006
3. Дубовікова Н.С., Снежкін Ю.Ф., Декуша Л.В., Воробьев Л.И. Теплотрический прибор синхронного термического анализа для определения удельной теплоты испарения // Промышленная теплотехника. – Киев, 2013, – Т. 35, № 2. – С. 87–95.
4. Пластмаси. Диференціальна сканувальна калориметрія. Частина 4. Визначення питомої теплоємності: ДСТУ ISO 11357-4:2010. – [Введено 2012-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 8 с.
5. Грабовська О.В., Парняков О.С., Михайлик В.А. Дослідження стану води в крохмальних суспензіях та клейстерах // Наукові праці ОНАХТ. – 2011. – Вип. 40, т.2. – С. 76-79.
6. Гинзбург А.С., Громов М.А. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
7. Михайлик В.А., Дмитренко Н.В., Снежкін Ю.Ф. Изменение удельной теплоемкости паренхимных тканей яблок при обезвоживании // Инженерно-физический журнал. – 2014. – Т.87, №1. – С. 45-50.
8. Бернштейн В.А., Егоров В.М. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. – Ленинград: Химия, 1990. – 256 с.
9. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: справочник [рек. гос. службой стандартных справочных данных. ГСССД Р-776-98]. – М.: МЭИ, 1999. – 168 с.

УДК 631.417:547.992

## ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛЬНО-ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН НА БАЗІ ЛУГІВ ГУМАТІВ СОНЯШНИКОВОГО ПОПЕЛУ

**Степанюк А.Р., канд. техн. наук, доцент, Борисенко Є.Ю., магістрант  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ**

*Розглянуто принципи та обгрунтовано методи створення мінерально-органічних речовин. Підібрано фізичну модель екстракції гуматів на базі лугів соняшникового попелу та бурого вугілля та торфу.*

*Principles and methods of producing the mineral-organic matter were considered and justified. Physical model of humates extraction based on the alkali of sunflower ash, brown coal and peat was chosen.*

Ключові слова: гумат, мінерально-органічне добриво, попіл, сульфат амонію.

При високому рівні агротехніки потрібно використовувати добрива, які відкривають можливості керування врожайністю, підвищення її в декілька разів, щоб вдосталь забезпечити потреби країни в

продуктах харчування та промисловості в сировині.

Виробництво мінеральних добрив є найбільшою підгалуззю хімічного виробництва. Це одна з найбільш прибуткових і фінансово-стійких галузей не тільки в хімічному комплексі, але й у промисловості України в цілому. Продукція українських підприємств конкурентоздатна й користується постійним попитом на зовнішньому й внутрішньому ринках [1].

Протягом останніх років в Україні використовується фактично природний потенціал земель і ті запаси, які були створені за період інтенсивного застосування добрив. В даний час спостерігається помітне зниження вмісту гумусу і поживних елементів, особливо на малородючих ґрунтах, близько 90% орних земель охоплено процесами деградації. Площі кислих ґрунтів збільшилися на 25-30 %, і зниження продуктивності призвело практично до того, що рослинництво є нерентабельним на бідних ґрунтах зони Полісся. У зоні Лісостепу врожайність зернових становить 20-25 ц/га, цукрових буряків - 150-200 ц/га [1].

Родючість ґрунтів визначається природними запасами мінеральних речовин і особливо, гумусу, вміст якого без втручання людини в ґрунті збільшувався. В сучасних умовах ведення інтенсивного сільського господарства відбувається значний винос поживних речовин і, зокрема, гумусу, фосфору і калію. Практично єдиний шлях вижити в умовах конкуренції - підвищення продуктивності рослинництва за рахунок інтенсифікації. Найбільш ефективний шлях, як показує світовий досвід, підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок внесення мінеральних добрив.

Майже половина господарств збиткові. У сучасних ринкових умовах такий рівень продуктивності рослинництва при високій собівартості продукції не забезпечують нормального функціонування господарств.

Практично єдиний шлях вижити в умовах конкуренції - підвищення продуктивності рослинництва за рахунок інтенсифікації. Найбільш ефективний шлях, як показує світовий досвід, підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок внесення мінеральних добрив.

Аналіз динаміки змін якісних показників ґрунтів в останні роки свідчить про стійку тенденцію зниження родючості ґрунтів, що може призвести до кризового стану в сільському господарстві. Майже половина господарств збиткові. У сучасних ринкових умовах такий рівень продуктивності рослинництва при високій собівартості продукції не забезпечують нормального функціонування господарств.

За умови, що попіл соняшникових стебел є відходами виробництва, їх доцільно використовувати як складову комплексу гумінових добрив, що є підґрунтям створення екологічно безпечної енергетично заощадливої технології виробництва гранульованих органо-мінеральних добрив з промислових відходів, до вмісту яких входять мінеральні поживні компоненти і гумінові речовини.

Внесення мінеральних і органічних добрив лише частково відновлюють родючість ґрунтів поповнюючи запаси мінеральних речовин. Для більш повного відновлення ґрунтів необхідно також відновлювати запаси гумінових речовин шляхом окремого внесення гуматів в ґрунт або застосовуючи комплексні гумінових органо-мінеральних добрив. Отже, гумінові органо-мінеральні добрива є невід'ємною складовою для збільшення родючості ґрунтів, а нові методи виробництва таких добрив є актуальними в наш час [1].

Гумінові добрива містять високу кількість вуглецю гумінових речовин. Так, у добривах, отриманих з бурого вугілля вміст вуглецю становить від 50 до 60 %, що істотно змінює баланс органічної речовини в ґрунтах, за умови внесення, наприклад, бурого вугілля в меліоративних дозах. Однак, при використанні звичайних доз гумінові добрива незначно підвищують вміст органічного вуглецю в ґрунті. Отже, природа позитивного впливу цих добрив на ріст і розвиток рослин і ґрунтова родючість інша.

Таким чином, застосування гумінових добрив істотно змінює умови ґрунтового живлення рослин, викликаючи активне посилення процесів мобілізації поживних речовин у засвоєній для рослин формі. ґрунти, де вносилися гумати, характеризуються кращими умовами азотного й фосфатного режимів при нагромадженні в них гумусових сполук за рахунок утворення гумінових кислот. При цьому:

- 1) посилюється рухливість фосфору ґрунту;
- 2) посилюються процеси нітратоутворення в ґрунті, що сприяє значному збільшенню загального й білкового азоту й перевазі вмісту нітратів над аміачним азотом на фоні росту нітратофікаційної здатності й збільшення виділення вуглекислоти ґрунтом. Зростає також фотохімічна фіксація азоту й доступність рослинам органічного азоту ґрунту;
- 3) прискорюється надходження аміачних і амічних форм азоту, фосфору в рослину, у результаті спостерігається збільшення вмісту азоту й фосфору в рослині і їхній винос;
- 4) збільшується концентрація заліза, кальцію, алюмінію при зниженні кількості магнію, тобто гумати впливають на вміст і динаміку ґрунтових катіонів, крім калію.

Соняшниковий попіл - ефективне добриво природного походження з високим вмістом калію (24 %), кальцію (18 %), магнію (12 %) і фосфору (7 %). Забезпечує комплексне харчування рослин і має здатність

знижувати кислотність ґрунту. Не містить хлор, тому прекрасно переноситься усіма видами рослин, комплексно збагачує ґрунт поживними речовинами, оптимізує його водний баланс, знижує кислотність, істотно прискорює процеси розвитку рослин і дозрівання врожаю, допомагає у боротьбі з шкідниками. За оцінками компанії "ПроАгро", в квітні 2013 р. в Україні було вироблено 33,6 тис. т мінерально-органічних добрив з лушпиння соняшнику, а ціна сировини відносно не дорога – 950 грн. за тону [2].

Проте істотним недоліком використання попелу є складність його внесення, відсутність азоту та висока лужність. Тому доцільно використовувати комплексні композити з попелу соняшника, гуматів та сульфату амонію.

Застосування гумінових добрив істотно змінює умови ґрунтового живлення рослин, викликаючи активне посилення процесів мобілізації поживних речовин у засвоєній для рослин формі. Ґрунти, де вносилися гумати, характеризуються кращими умовами азотного й фосфатного режимів при нагромадженні в них гумусових сполук за рахунок утворення гумінових кислот. При цьому:

1) посилюється рухливість фосфору ґрунту;

2) посилюються процеси нітратоутворення в ґрунті, що сприяє значному збільшенню загального й білкового азоту й перевазі вмісту нітратів над аміачним азотом на фоні росту нітратифікаційної здатності й збільшення виділення вуглекислоти ґрунтом. Зростає також фотохімічна фіксація азоту й доступність рослинам органічного азоту ґрунту;

3) прискорюється надходження аміачних і амічних форм азоту, фосфору в рослину, у результаті спостерігається збільшення вмісту азоту й фосфору в рослині і їхній винос.

Ще однією особливістю цих добрив є зниження або повне усунення негативного впливу несприятливих для розвитку рослин факторів.

Таким чином, дія гумінових добрив на ґрунтову родючість і врожайність сільськогосподарських культур можна представити у вигляді комплексу взаємозалежних процесів:

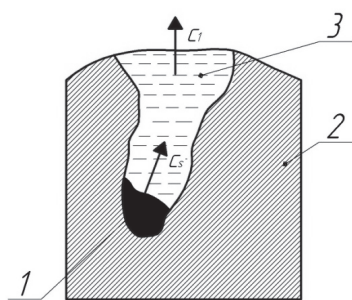
1) вплив добрив на фізико-хімічні й фізичні властивості ґрунту;

2) безпосередній вплив добрив на життєдіяльність вищих рослин і мікроорганізмів;

3) посилення процесів внутрішньо ґрунтового обміну: адсорбція добривами елементів живлення ґрунту з поліпшенням режиму живлення розвитку рослин і посиленням біологічної активності. Кінцевим результатом цієї взаємодії є підвищення родючості ґрунту й збільшення врожайності сільськогосподарських культур та покращення якості врожаю.

Сформульовано фізичну модель процесу екстракції для вилучення мінерально-органічних сполук на базі лугів гуматів соняшникового попелу та математичну модель цього процесу.

Розглянемо схему вилучення твердої речовини (рисунок 1). Виділимо елемент вільного об'єму всередині пористого тіла, частково заповненого твердою вилученою речовиною. В області 3, вільній від вилученої речовини в твердому стані, розчинення та дифузія спричиняють рух рідини в напрямку, протилежному напрямку дифузійного потоку [3].



1 – вилучена речовина (гумати калію та натрію), 2 – інертний носій (торф),  
3 – заповнена розчином пор (розчин солей калію та натрію)

**Рис. 1 – Схема вилучення твердої речовини**

Розглянемо другий випадок вилучення твердої речовини з пористої сфери. Рідина, яка оточує пористу сферу, являє собою розчин деякого реагенту R, яка має можливість реагувати з твердою речовиною A з утворенням продукту реакції B. На поверхні, яка позначена літерою P відбувається швидка реакція. Розчинений продукт реакції дифундує в протилежному напрямленні до поверхні P. Концентраційні профілі визначаються виразом (рисунок 2) [3].

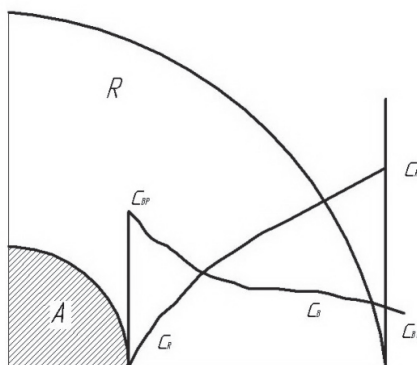


Рис. 2 – Схема вилучення твердої речовини з пористої сфери

Метою подальшої роботи є знаходження залежності часу вилучення гуматів калію та натрію, отриманих з суміші торфу та соняшникового попелу.

#### Література

1. С.І. Якушко, Органо-мінеральні добрива. Переваги та способи виробництва /Хімічна промисловість України. 2008, 132 с.
2. Лаврик Р.В. Проблеми розвитку виробництва комплексних мінеральних добрив. Хімічна промисловість України. 2013, 325с.
3. Г.А. Аксельруд , В.М.Лисенявський, Екстрагування – система тверде тіло-рідина / Ленінград, 1974, 255с.

УДК 631.417:547.992

## МОДЕЛЮВАННЯ СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛЬНО-ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН НА БАЗІ ЛУГІВ ГУМАТІВ СОНЯШНИКОВОГО ПОПЕЛУ

Степанюк А.Р., канд. техн. наук, доцент, Борисенко Є.Ю., магістрант  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

*Виконано математичне моделювання вилучення гуміновмісних речовин із торфу з метою одержання мінерально-гумінових твердих композитів та наведено фізичну модель процесу вилучення.*

*Mathematical modeling of humate-containing substances extracting from peat to produce humic mineral solid composites was performed. Physical model of extraction was shown.*

Ключові слова: гумат, композит, добриво, вилучення, розчинення.

Найбільш ефективний шлях, як показує світовий досвід, є підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок внесення мінеральних добрив.

Застосування гумінових добрив істотно змінює умови ґрунтового живлення рослин, викликаючи активне посилення процесів мобілізації поживних речовин у засвоюваній для рослин формі. Тому доцільно використовувати комплексні композити з попелу соняшника, гуматів та сульфату амонію.

Для цього сформульовано фізичну модель процесу екстракції для вилучення мінерально-органічних сполук на базі лугів гуматів соняшникового попелу та математичну модель цього процесу.

Розглянемо схему вилучення твердої речовини. Виділимо елемент вільного об'єму всередині пористого тіла, частково заповненого твердою вилученою речовиною. В області 3, вільній від вилученої речовини в твердому стані, розчинення та дифузія спричиняють рух рідини в напрямку, протилежному напрямку дифузійного потоку.