



Сторінка молодого вченого

УДК 631.417.2:630.237.1

© 2016

М.А. Попірний

*Національний науковий
центр «Інститут
грунтознавства
та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»*

** Науковий керівник —
доктор сільсько-
господарських наук
Є.В. Скрильчик*

ЗМІНА ЯКІСНИХ І СПЕКТРОСКОПІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ*

Мета. Вивчити вплив систем обробітку ґрунту різної інтенсивності на якість і спектроскопічні характеристики органічної речовини поверхневого шару чорнозему типового. **Методи.** Польовий, лабораторно-аналітичний, спектроскопічний. З дослідженого ґрунту екстрагували препарати гумінових кислот 2-ї фракції. **Результати.** Наведено дані щодо кількісних і якісних параметрів органічної речовини поверхневого шару (0–10 см) чорнозему типового у разі застосування різних систем обробітку. Виявлено, що вміст загального вуглецю та фракції гумінових кислот, пов'язаної з кальцієм (ГК-2), органічної речовини зменшується зі збільшенням інтенсивності обробітку, у свою чергу, вміст найрухомішої фракції гумінових кислот (ГК-1) і вуглецю лабільного гумусу, навпаки, збільшується. Найбільш сконденсовані ароматичні структури органічної речовини утворилися після мінімального та нульового обробітку чорнозему типового. **Висновки.** Мінімізація обробітку зменшує втрати органічної речовини завдяки формуванню стабільних зрілих ароматичних елементів гумінових кислот.

Ключові слова: чорнозем типовий, органічна речовина, технології обробітку, спектроскопія, гумінові кислоти.

Відомо, що в екологічно-стійких ценозах (ціліні) термодинамічні процеси синтезу і розпаду органічної речовини ґрунту збалансовані завдяки саморегуляції відкритої термодинамічної функціональної системи [1, 2]. Саморегуляція гумусу в ґрунті

зумовлена природою та самоорганізацією структурних елементів (молекулярних асоціацій гетерогенних молекул макромолекул) супрамакромолекул гумінових кислот і фульвокислот [2–4]. Основними структурними елементами гумінових кислот є рухомі

гідрофільні аліфатичні та біотермодинамічно стійкі гідрофобні ароматичні структурні елементи, а також різноманітні функціональні групи, представлені оксигеновмісними (гідроксильними, фенолгідроксильними, карбоксильними, кетонними та ін.) та азотовмісними (амінними та ін.) сполуками. У процесі трансформації органічної речовини ґрунту відбувається відбір і подальша конденсація термодинамічно найстійкіших ароматичних структур через семіхінонні радикали. Це зумовлює гідрофобні та біотермодинамічно стабільні властивості гумусу, що, в свою чергу, прискорює накопичення в ґрунті органічної речовини [1, 3].

Сучасні уявлення про структурно-функціональні властивості, молекулярну масу та конформацію (просторову динаміку макромолекул) гумінових кислот ґрунтуються на принципі супрамакромолекулярної самоорганізації структурних елементів у зрілу стабільну гумінову кислоту завдяки утворенню між ними слабких міжмолекулярних взаємодій (Ван дер Ваальсових сил, гідрофобно-гідрофільних і водневих зв'язків) [2, 4]. Вважається, що компенсація нестабільної конформації слабкими взаємодіями відбувається за рахунок внутрішніх міжмолекулярних взаємодій у конденсованій структурі через ферменти фенолоксидази, що зумовлює збільшення розмірів і маси макромолекул [4], але поки що прямих доказів цієї внутрішньомолекулярної взаємодії не виявлено. Також відомо, що ферменти фенолоксидази відповідають за утворення хінонних структур з головного попередника гумінових кислот ґрунту — лігніну [1].

Системи обробітку ґрунту, як антропогенний чинник впливу на трансформаційні процеси органічної речовини ґрунту, визначають активність і спрямованість гуміфікаційних та мінералізаційних процесів. Інтенсивний обробіток ґрунту призводить до втрат гумусу внаслідок розпаду стабільного та накопичення лабільного пулу органічної речовини ґрунту, формуючи таким чином екологічно нестійкі ґрунтові ділянки [3]. Відомо, що фізико-хімічні властивості біоорганічних сполук перемінного складу є функцією їх просторової будови, активність яких зумовлена природою супрамакромолекули [5]. Можна припустити, що формування гумінових кислот чорнозему типового за різних систем обробітку знайде своє відображення в молекулярній структурі його складових. Одним із доступних методів вивчення структурних

особливостей гумінових кислот є спектроскопія у видимій та ультрафіолетовій зонах поглинання [1, 5–7]. Відомо, що гумінові кислоти дуже добре поглинають світло в ультрафіолетовій області завдяки наявності сконденсованої системи ароматичних структурних елементів [6, 7].

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили на дослідному полі кафедри землеробства Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва (відповідальний виконавець — кандидат сільськогосподарських наук М.В. Шевченко), ґрунт — чорнозем типовий важкосуглинковий. Системи обробітку ґрунту — інтенсивний традиційний обробіток (оранка, агрегат ПЛН-4-35) на глибину 20–22 см; мінімальний обробіток (диски, агрегат ДМТ-4) на глибину 10–12 см; нульова технологія обробітку — прямий посів агрегатом Grateplains. Добрива не вносили. Культура — пшениця озима. Загальна площа досліді — 1,4 га. Розташування ділянок послідовне, повторність 3-разова, площа ділянки — 800 м². Дослід триває з 2006 р.

Зразки ґрунту відбирали з поверхневого шару 0–10 см за ДСТУ 4287:2004 [8]. Аналітичні роботи проводили за загальноприйнятими методиками [9–11].

Для отримання препаратів гумінових кислот досліджуваний ґрунт декальціонували, після чого розчинення гумусових кислот проводили 0,1 н. NaOH. Після відстоювання (24 год) проводили відділення глинистих мінералів за допомогою центрифугування (3000 об/хв). Осадження гумінових кислот проводили 10% HCl з наступним переосадженням і відмиванням від кислоти. Після цього розчин гелю з гуміновими кислотами кристалізували та доводили до повітряно-сушого стану у сушильній шафі (80°C). Ультрафіолетові (УФ) та видимі електронні спектри поглинання виділених препаратів гумінових кислот (2-га фракція) отримано на спектрофотометрі Stellarnet BLACK-Comet в УФ області спектра 230–400 нм та у видимій області 410–700 нм.

Результати досліджень. Виявлено, що у результаті впливу систем обробітку різної інтенсивності у чорноземі типовому відбувся перерозподіл кількісних і якісних параметрів органічної речовини порівняно з необроблюваною цілиною (таблиця). Найбільший уміст загального вуглецю спостерігали в необроблюваній цілині як

Вплив різних систем обробітку на показники гумусового стану чорнозему типового у шарі 0–10 см

Показник	Контроль (цілина)	Система обробітку		
		традиційна (оранка)	мінімальна (диски)	нульова (пряма сівба)
C _{заг} , %	3,13	2,77	2,85	2,84
C _{лаб} , %	0,15	0,16	0,15	0,11
C _{ГК-1} , % від C _{ГК}	12,40	18,79	16,14	7,04
C _{ГК-2} , % від C _{ГК}	39,84	22,74	33,86	39,86
C _{ГК-3} , % від C _{ГК}	6,39	4,33	5,36	5,63
C _{ГК} , % від C _{заг}	58,63	45,86	55,36	52,53
C _{фк} , % від C _{заг}	15,74	20,35	18,44	15,00
C/N	12,06	10,45	11,85	11,73

наслідок природного переважання процесів утворення (гуміфікації) та накопичення гумусу над процесом його мінералізації.

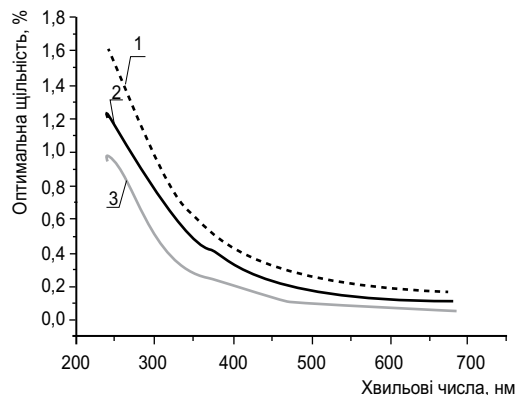
Інтенсивний традиційний обробіток сприяв підвищенню мінералізації органічної речовини чорнозему типового, що пов'язано з інтенсивним механічним перемішуванням поверхневого шару ґрунту. Також виявлено незначне закономірне збільшення вмісту гумусу за рахунок зменшення мінералізації в поверхнево-му шарі ґрунту за мінімізації обробітку.

Виявлено, що найменший уміст лабільного вуглецю та фракції ГК-1 (як відомо, перша фракція гумінових кислот відображає першу стадію гуміфікації — новоутворення молодих гумінових кислот, яким властива рухомість) спостерігався за нульової технології обробітку чорнозему типового. Показник біологічної мінералізації органічної речовини за співвідношенням C/N закономірно зростає зі збільшенням інтенсивності обробітку та утворенням доступних і лабільних органічних сполук ґрунту. Отримані дані свідчать про накопичення лабільного пулу органічної речовини у варіанті з традиційним інтенсивним обробітком. У свою чергу, за впливу мінімізованих технологій (особливо у варіанті нульового обробітку та цілини) відбувається накопичення фракції ГК-2, що відображає утворення зрілих стабільних гумусових речовин. Отже, встановлено, що у варіанті з традиційним обробітком чорнозему типового спостерігається накопичення першої фракції гумінових кислот, за мінімізованого та нульового обробітку вміст цієї фракції знижувався. Уміст фракції ГК-2 на цілині (39,84%) наближений до вмісту фракції ГК-2 у варіанті за нульової технології (39,86%). Найбільший уміст у чорноземі типовому фульвокислот,

які характеризуються, більш окисненою структурою [1], виявлено за інтенсивного традиційного обробітку.

Глибші зміни якісних показників органічної речовини чорнозему типового досліджено спектроскопічними методами. Відомо, що 2-га фракція гумінових кислот відображає 2-гу стадію гуміфікації, через конденсацію стабільних хінонних радикалів у біотермодинамічно стабільні конденсовані ароматичні структури, які зумовлюють зрілість і стабільність всієї супрамакромолекули гумінової кислоти [1]. Визначено спектри препаратів гумінових кислот в УФ-видимих областях (рисунок).

Криві поглинання характеризуються типовим для гумусових речовин спектром поглинання (230–700 нм) та відрізняються кутом нахилу ліній поглинання, що і відображає ступінь конденсації ароматичної системи.



Криві поглинання 2-ї фракції гумінових кислот в області УФ і видимого спектрів: 1 — нульовий обробіток; 2 — мінімальний обробіток; 3 — оранка

Навність конденсованої ароматичної структури (разом з хромофорними групами) зумовлює кольоровість гумусових речовин, що пов'язано з розвиненою системою подвійних зв'язків ароматичної системи, а також корелюється з молекулярною масою всієї супрамакромолекули гумінової кислоти [6]. Графік відображає закономірну зміну кута падіння і зменшення поглинання залежно від інтенсивності обробітку ґрунту. Стабільність органічної речовини чорнозему типового зумовлена конденсованими ароматичними структурами, тому мінімізовані технології збільшують накопичення стабільних зрілих

ароматичних гумінових кислот. З концепції надмолекулярної побудови гумінових кислот у ґрунті, збільшення кута падіння в УФ-області спектра в екстрагованих гумінових кислотах з нативного ґрунту поліпшує самоорганізацію більш ароматизованих асоціатів, що зумовлюють біотермодинамічну стабільність органічної речовини [2–4]. Зменшення оптичної щільності екстрагованих гумінових кислот з чорнозему типового, обробленого оранкою, пов'язано зі зменшенням ступеня ароматизації молекулярних асоціатів усієї надмолекулярної структури гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм.

Висновки

Виявлено, що в результаті інтенсивного обробітку (оранки) у чорноземі типовому відбувся перерозподіл кількісних і якісних параметрів органічної речовини поверхневого шару ґрунту порівняно з цілиною та мінімізованими системами обробітку. Вміст рухомих сполук органічної речовини чорнозему типового після обробітку інтенсивної оранки найвищий. Установлено, що за інтенсивного традиційного обробітку чорнозему типового відбувається формування лабільного пулу органічної речовини,

у разі мінімізованих технологій обробітку спостерігається накопичення стабільнішого пулу органічної речовини чорнозему типового (завдяки підвищенню гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм). Активне новоутворення лабільної фракції органічної речовини пов'язане з підвищенням показника біологічної мінералізації після інтенсивної оранки. Виявлено, що найбільш сконденсовані ароматичні структури утворилися у разі мінімального та нульового обробітку ґрунту.

Бібліографія

1. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации/Д.С. Орлов. — М.: Изд-во МГУ, 1990. — 325 с.
2. Nebbioso A. Advances in Humeomic: enhanced structural identification of humic molecules after size fractionation of a soil humic acid/A. Nebbioso, A. Piccolo// *Analytica Chimica*. — 2012. — № 720. — P. 77–90.
3. Kravchenko Y. Quality and dynamics of soil organic matter in a typical Chernozem of Ukraine under different long-term tillage systems/Y. Kravchenko, N. Rogovska, L. Petrenko// *Canadian J. of Soil Science*. — 2012. — № 92. — P. 429–438.
4. Piccolo A. The supramolecular structure of humic substances/A. Piccolo// *Soil Sci*. — 2001. — № 166. — P. 810–832.
5. Giovanela M. Elemental compositions, FT- IR spectra and thermal behavior of sedimentary fulvic and humic acids from aquatic and terrestrial environments/M. Giovanela// *Geochemical Journal*. — 2004. — V. 38. — P. 255–264.
6. Кудеярова А.Ю. Про інформативності електронних спектрів гумусових речовин/А.Ю. Кудеярова// *Ґрунтознавство*. — 2001. — № 11. — С. 1323–1331.
7. Спектральні дослідження фракцій гумінових кислот/І.І. Ліштван, Ф.Н. Капуцкій, Ю.Г. Янута та ін./Хімія твердого палива. — 2006. — № 4. — С. 3–11.
8. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. — [Чинний від 2005–07–01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2005. — 10 с. — (Національний стандарт України).
9. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. — [Чинний від 2005–07–01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2005. — 14 с. — (Національний стандарт України).
10. Якість ґрунту. Методи визначення доступної (лабільної) органічної речовини: ДСТУ 4732:2007. — [Чинний від 2008–01–01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2008. — 12 с. — (Національний стандарт України).
11. Визначення групового та фракційного складу гумусу за методом І.В. Тюріна в модифікації В.В. Пономарьової та Т.А. Плотникової, спалювання за Б.А. Нікітіним (варіант ННЦ ІГА): МВВ 31-497058-008-2002/Методики визначення складу та властивостей ґрунтів. — Х.: Друкарня № 13, 2004. — Кн. 1. — С. 129–155.

Надійшла 25.04.2016.