

---

# SOIL CHEMISTRY

---

---



E. V. Skrylnik<sup>1</sup> Dr. Sci. (Agri.)  
M. V. Shevchenko<sup>2</sup> Dr. Sci. (Agri.)  
M. A. Popirny<sup>1</sup>✉

UDK 631.421:631.417.2

---

<sup>1</sup>National Scientific Center «O. N. Sokolovsky Institute for Soil Science and Agrochemistry Research»,  
Chaikovska St., 4, Kharkiv, Ukraine, 61024

<sup>2</sup>V. V. Dokuchayev Kharkiv national agrarian university,  
p/d Dokuchayev, 2, Kharkiv dis., Kharkiv reg.,  
Ukraine, 62483

---

## THE EFFECT OF SOIL TILLAGE SYSTEMS ON DISTRIBUTION AND QUALITY OF HUMIC SUBSTANCES BY TYPICAL BLACK SOIL

**Abstract.** The importance of humic substances (HS) function and distribution in soil layer is well known, but nature of the response different factions of HS, namely the main fraction humic acids (HA) at the molecular level that determine the mechanisms of changes induced by agriculture loads such as tillage practices are still being researched. In the present paper were studied the effect of soil tillage systems on quantitative and qualitative indicators of organic matter of typical black soil – the content of the HS, response to particular factions of HS, namely HA at the molecular level. The mechanisms of molecular changes of HA was study through ultraviolet (UV) spectroscopy in region from 90 nm to 410 nm that shows condition of considerable and functionality structural elements such as aromatic double bonds (C=C) and activity (different polarization due to change dipole moments) of keto-groups (-C=O) that may indicate conformation changes of humic supramolecular conformation. A novel understanding of humus chemistry and implication in soil science is based that HS is represented by functional supramolecular associations of self-assembling heterogeneous and relative small molecular deriving from the degradation and decomposition of biological materials. A major aspects of humic supramolecular structure conformation is that its predominantly stabilized by different weak dispersive force such as hydrophobic, Van der Waals,  $\pi$ - $\pi$ -,  $\pi$ -CH and hydrogen bonds, last becoming more important with the decrease pH. The irreversible destruction stable humic supramolecular structure conformation that protect SOM leads to decrease of humus. The quality and dynamics of humus are closely related to tillage practices. The deep quality transformation of SOM caused by molecular organization of HS, especially more stable fraction HA which self-assembling due to intermolecular interactions that form the conformations promote the accumulation of SOM but intensive and continued agricultural practices such as intensive plowing have caused enormous losses of humus. To increase accumulation of humus used minimized, zero tillage system (No till), which have been used successfully in North America and various European countries to enhance the quantity and quality SOM and stabilize global CO<sub>2</sub>. Unfortunate consequences, according to supporters of such technologies, explains sufficient period of their application, which should be at least 6–8 years to fully restore the natural state of the soil and create the necessary conditions. Therefore needs to study directions of humus transformation processes that

---

✉ Tel.: +38068-879-24-50, e-mail: max.popirny@gmail.com

DOI: 10.15421/041705

cause the most promising for the specific soil and climatic zone combinations cultivation system adopted by rotation. It has been demonstrated that increase of the tillage intensity of the typical black soil leads to decrease mature fractions of HS content, but the increase of labile and mobile fractions of HS due to displacement of balance between the conjugated processes of humus synthesis and decay towards destruction by intense mineralization process of SOM. It has been shown that a 9-year use of No tillage system (No till) leads to accumulation of inert and stable humus (mature) fractions and reduces labile humus, which adversely affects in the accumulation of humus and effective soil fertility. The degree of condensation of HA fractions indicates a more condensed structures in mobile fractions for plowing and disking that causes with covalent and strong link between structure element of HA. The UV spectroscopy in the range of 0.1 N NaOH after drawing decalcification soil indicates a supramolecular structure reorganized for the intensification of tillage of typical black soil. The UV spectroscopy has been found that by plowing in the HA is intense absorption (hyperchromic effect) in the range of ~210–250 nm and 280–350 nm due to the active  $\pi$ - $\pi^*$  electronic transitions in conjugated system of double bonds (C = C at ~210–250 nm), which leads to active donor-acceptor interactions with a more polarized oxygen contained groups such ketones (-C = O by ~280–350 nm). For disking and with the No till systems in UV spectra intensity, a decrease in absorption due to decreased activity of donor-acceptor interactions. For systems No till, shift the absorption intensity in a short-wave zone due to the C = C bonds by disking slight increase in absorption in the long wavelength range is associated with a more polarized ketone group (-C = O).

**Keywords:** soil tillage systems, humus, humic substances, humic acids, supramolecular structure, spectroscopy, ketone group, donor-acceptor interactions.

УДК 631.421:631.417.2

**Е. В. Скрьльник**<sup>1</sup>

д-р с.-х. наук

**Н. В. Шевченко**<sup>2</sup>

д-р с.-х. наук

**М. А. Попирный**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина, 61024, тел.: +38068-879-24-50, e-mail: max.popirny@gmail.com

<sup>2</sup>Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева, п/о «Докучаевское 2», Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина, 62483

## **ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И КАЧЕСТВО ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО**

**Аннотация.** Целью данной работы было изучение влияния систем обработки на распределение гумусовых веществ (ГВ) и их качество, а именно структурные показатели важнейшей фракции ГВ – гуминовых кислот (ГК) чернозема типичного. Доказано, что при интенсификации обработки происходит снижение содержания зрелых фракций ГВ при одновременном увеличении содержания лабильного органического вещества и подвижных фракций ГК через смещение равновесия между синтезом и распадом гумуса в сторону распада и высвобождение доступных органических веществ. Показано, что за 9-летнее использование нулевой обработки (No till) наблюдается накопление инертных и стабильных фракций органического вещества, при одновременном уменьшении лабильного гумуса, что негативно влияет на эффективное плодородие почвы. Степень конденсированности фракций ГК указывает на формирование более конденсированных структур в подвижных фракций при применении вспашки и дискования.

Спектроскопия в УФ-диапазоне 0,1 н NaOH вытяжки после декальцирования почвы указывает на переорганизацию надмолекулярной структуры ГК чернозема типичного при интенсификации обработки. Показано, что при вспашке в ГК происходит интенсивное поглощение (гиперхромный эффект) в диапазоне ~210–250 нм и 280–350 нм, что связано с активными  $\pi$ - $\pi^*$ -электронными переходами в сопряженной системе двойных связей (C = C при ~210–250 нм), и приводит к активным донорно-акцепторным взаимодействиям благодаря более поляризованным кислородсодержащим группам типа кетонов (-C = O при ~280–350 нм). При дисковании и системе No till происходит снижение интенсивности поглощения, что обусловлено снижением активности донорно-акцепторных взаимодействий. При системе No till на УФ-спектрах происходит смещение интенсивности поглощения в более

коротковолнову зону, пов'язану з C = C-зв'язками, при дискованні – некоторое увеличение поглощения в длинноволновом диапазоне, пов'язане з кетонними групами.

**Ключевые слова:** системи обробки ґрунту, гумус, гумусові речовини, гумінові кислоти, надмолекулярна організація, кетонні групи, донорно-акцепторні взаємодії.

УДК 631.421:631.417.2

**Є. В. Скрильник**<sup>1</sup> д-р с.-г. наук

**М. В. Шевченко**<sup>2</sup> д-р с.-г. наук

**М. А. Попірний**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024, тел.: +38068-879-24-50, e-mail: max.popirny@gmail.com

<sup>2</sup>Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, п/в «Докучаєвське 2», Харківський р-н, Харківська обл., Україна, 62483

### **ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА РОЗПОДІЛ ТА ЯКІСТЬ ГУМУСОВИХ РЕЧОВИН ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО**

**Анотація.** Метою даної роботи було вивчення впливу систем обробітку ґрунту на розподіл гумусових речовин (ГР) та їх якість, а саме на структурні показники найважливішої фракції ГР – гумінових кислот (ГК) чорнозему типового. Доведено, що за інтенсифікації обробітку відбувається зниження вмісту загального вуглецю і зрілих фракцій ГР, але збільшення вмісту лабільної органічної речовини та рухомих фракцій ГР через зсув рівноваги між синтезом та розпадом гумусу в бік розпаду та вивільнення доступних органічних сполук. Показано, що за 9-річне використання нульового обробітку (No till) спостерігається збільшення інертних та стабільних фракцій органічної речовини і зменшення лабільного гумусу, що негативно впливає на ефективну родючість ґрунту. Ступінь конденсованості фракцій ГК указує на формування більш конденсованих структур у рухомих фракціях у разі застосування оранки та дискування.

Спектроскопія в УФ-діапазоні 0,1 н NaOH витяжки після декальціювання ґрунту вказує на переорганізацію надмолекулярної структури ГК чорнозему типового за інтенсифікації обробітку. Доведено, що за оранки в ГК відбувається інтенсивне поглинання (гіперхромний ефект) у діапазоні ~210–250 нм та 280–350 нм, це пов'язано з активними  $\pi$ - $\pi^*$  електронними переходами в сполученій системі подвійних зв'язків (C=C за ~210–250 нм), що приводить до активних донорно-акцепторних взаємодій завдяки більш поляризованим оксигеновмісним групам типу кетонів (-C=O за ~280–350 нм). За дискування та нульового обробітку на УФ-спектрах відбувається зниження інтенсивності поглинання, що обумовлено зниженням активності донорно-акцепторних взаємодій. За системи No till зміщення інтенсивності поглинання в більш короткохвильову зону пов'язане із C=C-зв'язками, за дискування деяке збільшення поглинання в довгохвильовому діапазоні пов'язане з кетонними групами (-C=O).

**Ключові слова:** системи обробітку ґрунту, гумус, гумусові речовини, гумінові кислоти, надмолекулярна організація, спектроскопія, кетонні групи, донорно-акцепторні взаємодії.

### **ВСТУП**

Інтенсивне та тривале сільськогосподарське використання чорноземів за традиційної оранки призводить до втрати органічної речовини ґрунту (ОРГ) та її складової частини – гумусу. Вважається, що втрати гумусу в ґрунтах України за більше ніж 120-річний період досягли 22 % – у Лісостепу, 19,5 % – у Степу, 19 % – у Поліссі (Kravchenko et al, 2012). Відсутність постійної компенсації рослинними рештками і органічними добривами поточних витрат органічної речовини головним чином через біологічну мінералізацію (біодеградацію), зміну співвідношення між мінералізацією свіжої органічної речовини, утворення і стабілізацію нових органічних речовин є основними факторами зменшення вмісту гумусу і погіршення

його якісних характеристик (Skrilnik et al, 2008). Гумус – поліфункціональна, гетерогенна суміш полідисперсних органічних сполук перемінного складу, що відіграє важливу роль у формуванні ефективної родючості як резерву мінерального живлення рослин і як фактор, який позитивно впливає на агрофізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту (Orlov, 1990).

У природних ценозах процеси синтезу та розпаду ОРГ збалансовані через саморегуляцію гумусової системи, що зумовлено супрамолекулярною (надмолекулярною) самоорганізацією у водній суміші гетерогенних низькомолекулярних асоціатів гумусових речовин (ГР) у стійкі та функціональні супрамолекулярні ансамблі (Piccolo, 2001). Поліфункціональність надмолекулярних ансамблів ГР обумовлена різними міжмолекулярними взаємодіями між структурними елементами ГР (Nebbioso, 2012; Piccolo, 2001). Надмолекулярні ансамблі (комплекси) ГР стабілізовані різними слабкими міжмолекулярними (гідрофобними, Ван дер Ваальсовими,  $\pi$ - $\pi$ -,  $\pi$ - $CH$ ) та водневими (H-) зв'язками, що переорганізуються під дією органічних кислот (під час ексудації в ризосфері ґрунту), іонів та інших агентів, що приводять до переорганізації надмолекулярного гумусового комплексу з вивільненням біологічно активних речовин або призводять до необоротної дисоціації ГР до менших за розміром (Nebbioso, 2012).

За інтенсивним обробітком ґрунту втрати ОРГ обумовлені зміщенням процесів синтезу та розпаду гумусу в бік розпаду надмолекулярного комплексу ГР, формуючи, таким чином, екологічно-нестійкі ґрунтові ділянки (Haunes, 2005; Ovchinnikova, 2012). Через вичерпання та слабку стабілізацію лабільного пулу, що веде до  $CO_2$  асиміляції гетеротрофними мікроорганізмами і повної мінералізації стабільної частини гумусу (Skrilnik et al, 2008), відбувається дегуміфікаційні процеси, що зумовлено необоротним порушенням надмолекулярного функціонального комплексу ГР (Piccolo, 2001; Nebbioso, 2012; Tsapko, 2014). Так, М. А. Єгоров відмічав (Degtyarov, 2011), що роль у забезпеченні сприятливих умов для розвитку рослин належить рухомій частині гумусу, що, крім того, визначає ступінь окультуреності ґрунту. Завищення оптимальних показників вмісту лабільних форм гумусу може призвести до підсилення мінералізаційних процесів ОРГ, які вплинуть на ефективну родючість (Ovchinnikova, 2012), через необоротний розпад функціонального надмолекулярного комплексу гумусу. У землеробстві одним із способів повернення втраченого органічного вуглецю є системи мінімізації обробітку ґрунту, а саме система нульового обробітку (No till) та покривна культура, які успішно використовуються в Північній Америці та різних європейських країнах для підвищення кількості та якості ОРГ і глобальної стабілізації  $CO_2$  (Medvedev, 2010). Прихильники таких технологій це роз'яснюють недостатнім періодом їх застосування, який повинен становити не менше 6–8 років для повного відновлення природного стану ґрунтів та створення необхідних умов (Shevchenko, 2014).

Тому актуальним є вивчення кількісних та якісних показників гумусу, розподілу вмісту різних фракцій ГР, процесів перетворення гумінових кислот (ГК) та відповідні реакції на молекулярному рівні у разі зміни напрямів трансформаційних процесів ОРГ, які обумовлюють найбільш перспективні для конкретної ґрунтово-кліматичної зони комбінації способів обробітку в системі прийнятих сівозмін.

## ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Відбір ґрунтових зразків проводили на експериментальному полі кафедри землеробства Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Дослід був закладений у 2006 році для визначення ефективності дії способів обробітку з різним ступенем інтенсивності на чорнозем типовий важкосуглинковий. Ґрунтові зразки відбирали восени 2015 року з шару 0–20 см згідно з ДСТУ 4287:2004. Схема досліду: 1) контроль (40-річний переліг); 2) оранка на глибину 20–22 см; 3) дискування на глибину 10–12 см; 4) нульовий обробіток (No till), представлений

безпосередньою сівбою в необроблений ґрунт. Аналітичні роботи зі зразками ґрунту були проведені за загальноприйнятими методиками згідно з ДСТУ 4289:2004, ДСТУ 4726:2004, ДСТУ 4732:2007 та ДСТУ 7828:2015. Коефіцієнт кольоровості (конденсованості) фракцій ГК (співвідношення оптичних щільностей за довжинами хвиль 465 нм та 665 нм) вимірювали на спектрофотометрі СФ-26.

Молекулярні зміни в структурі ГК вивчали в 0,1 н NaOH витяжці, після декальціювання чорнозему типового, за допомогою електронної спектроскопії у УФ діапазоні вимірювання. Вимірювання електронних спектрів витяжок ГК проводили в НДІ хімії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, у відділі гетероциклічних сполук і флуоресцентної спектроскопії. Спектри поглинання витяжками були отримані на спектрофотометрі Stellarnet BLACK-Comet, в області сканування 90–410 нм.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що інтенсивність обробітку впливає на гумусовий стан у поверхневому шарі чорнозему типового важкосуглинкового через зміщення процесів накопичення та розпаду гумусу (таблиця). Показано, що обробіток чорнозему типового порівняно з перелогом забезпечує зменшення вмісту загального органічного вуглецю в ґрунті. Порівнюючи способи обробітку, виявлено, що за No till відбувається зменшення вмісту гумусу порівняно із оранкою та дискуванням. Зміни гумусового стану чорнозему типового за різних систем обробітку пов'язані з різною швидкістю розкладу рослинних решток, особливо в поверхневому шарі ґрунту. Це обумовлено різними способами загортання органічних решток, за різних систем обробітку, що впливають на розподіл та ферментативну активність мікробного ценозу чорнозему типового важкосуглинкового (Vilnyiy, 2015). Установлено, що за оранки відбувається збагачення ґрунту азотом, що пов'язано зі збільшенням лабільного (доступного) вуглецю та збільшенням біологічної мінералізації. Відомо, що через біологічну мінералізацію ОРГ відбувається вивільнення та утворення доступних поживних речовин для рослин.

Установлено, що за умов оранки відбувається підвищення мінералізації ОРГ порівняно з іншими досліджуваними варіантами. Інтенсивність обробітку ґрунту відображається в посиленні розпаду ОРГ. Виявлено, що за мінімізації обробітку, особливо за дискування, відбувається зменшення мінералізації, що пов'язано з нагромадженням та якістю різних фракцій гумусу.

<b>Вплив різного обробітку на гумусовий стан чорнозему типового важкосуглинкового</b>				
Показник	Переліг	Оранка	Дискування	No till
Сзаг, %	2,64	2,57	2,52	2,34
Сгк, % до Сзаг	42,0	36,0	38,4	44,4
Нзаг, %	0,26	0,27	0,24	0,24
C/N	10,1	9,5	10,5	9,7
Слаб, %	0,15	0,16	0,15	0,11
Ступінь гуміфікації	Дуже високий	Високий	Високий	Дуже високий
Сфк, % до Сзаг	23,9	26,5	23,1	21,9
Сгк/Сфк	1,7	1,4	1,7	2,0
Тип гумусу	Гуматний	Фульватно-гуматний	Гуматний	Гуматний
ГК-1, % до суми ГК	4,8	5,7	6,1	4,1
ГК-2, % до суми ГК	69,1	75,4	70,2	80,5
ГК-3, % до суми ГК	26,1	18,9	23,8	15,5
Сгк1/Сфк1	0,26	0,42	0,34	0,32

Застосування різних систем обробітку обумовлюють зміни якості ГР як за інтенсифікації, так і за мінімізації обробітку чорнозему типового. Ступінь гуміфікації органічних речовин на варіантах перелогу та за No till дуже високі, через нагромадження ГК, що обумовлює гуматний тип гумусу в тому числі і за дискування ґрунту. За оранки та дискування відбувається зниження вмісту ГК. Виявлено, що за оранки відбувається підвищення фульвокислот (ФК), яке обумовлює зміну гуматного типу гумусу на фульватно-гуматний.

Показано, що обробіток ґрунту викликає перерозподіл фракції ГР чорнозему типового. Установлено, що за оранки відбувається нагромадження більш низькомолекулярних ГР у вигляді ФК, а саме за рахунок фракцій ФК-2 ФК-3 та зниження вмісту більш стійких фракцій ГК-3. За No till відбувається зниження вмісту ГК-1, що вказує на зменшення інтенсивності нагромадження рухомих фракцій ГК, але відбувається нагромадження ГК-2. За обробітку чорнозему порівняно з перелогом відбувається зниження ГК-3, що пов'язано з підвищенням мінералізаційних процесів ОРГ. За дискування чорнозему типового відбувається збільшення вмісту фракції ГК-3. Інтенсивність новоутворення ГР (Сгк1/Сфк1) найвища за оранки, що обумовлено інтенсивними трансформаційними процесами ОРГ.

Доведено, що інтенсивність обробітку чорнозему типового впливає на ступінь конденсованості ГК ґрунтових витяжок (рис. 1), що обумовлено наявністю ковалентних зв'язків між ароматичними полісполученнями подвійних зв'язків.

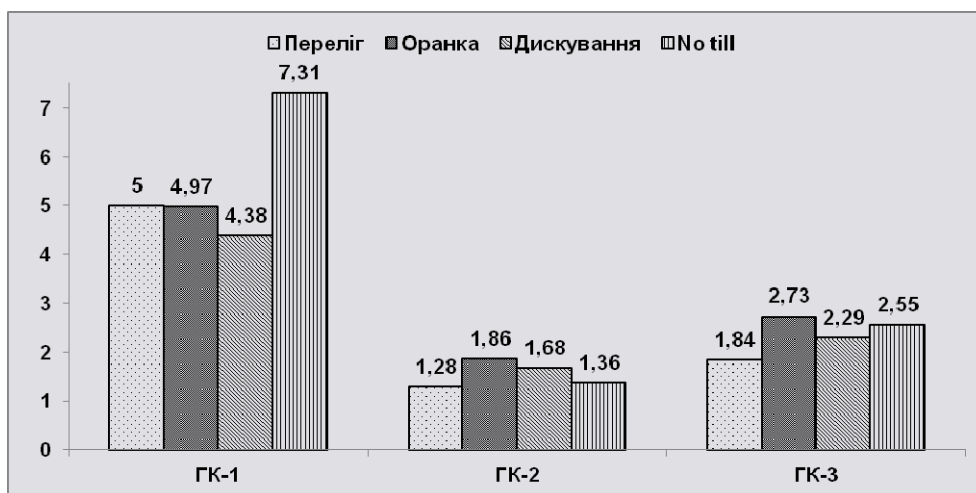


Рис. 1. Ступінь конденсованості (D465/D665) фракцій ГК чорнозему типового залежно від способів обробітку ґрунту

Мінімізація обробітку привела до більшої конденсації ГК-2 та ГК-3 відносно оранки. За дискування рухомі фракції ГК-1 мають більш конденсовані структури відносно інших варіантів, що вказує на формування більш стійких молекул. Установлено, що за технології No till відбувається зниження конденсованості ароматичної системи рухомої фракції ГК-1, що викликає її біодеградацію, через нестійку організацію надмолекулярного комплексу ГР лабільної частини гумусу. При цьому фракція ГК-2 за No till має більший ступінь конденсованості порівняно з оранкою, що обумовлено нагромадженням консервативної частини гумусу.

Результати УФ-спектроскопії вказують на подібність в молекулярній структурі ГК (рис. 2) через однакову форму спектру досліджуваних витяжок, але різну інтенсивність поглинання, особливо за оранки (дифузне поглинання). Форма УФ-спектра досліджуваних зразків указує на присутність у всіх зразках хромофорних груп С=C та -C=O (а також COOH та в меншій кількості азотовмісних груп) зв'язків

ароматичних структур ГК, що обумовлено інтенсивним поглинанням за довжини хвилі 210–250 нм та 280–350 нм (Kudeyarova, 2007; Stevenson, 1994; Orlov, 1990), які відрізняються амплітудами поглинань у цих діапазонах. У разі збільшення інтенсивності обробітку, особливо за оранки, відбувається гіперхромний ефект – інтенсивне збільшення смуги поглинання. При цьому, особливо за оранки, з'являються смуги поглинання в діапазоні 210–250 нм, 280–350 та 325–375 нм, які відповідають електронним  $\pi$ - $\pi^*$  переходам системи C=C-зв'язків та вказують на активні донорно-акцепторні взаємодії поляризованих кетонних (C=O за 280–350 нм) функціональних хромофорних груп з металами перемінної валентності (325–375 нм) (Kudeyarova, 2007; Popirny et al., 2016).

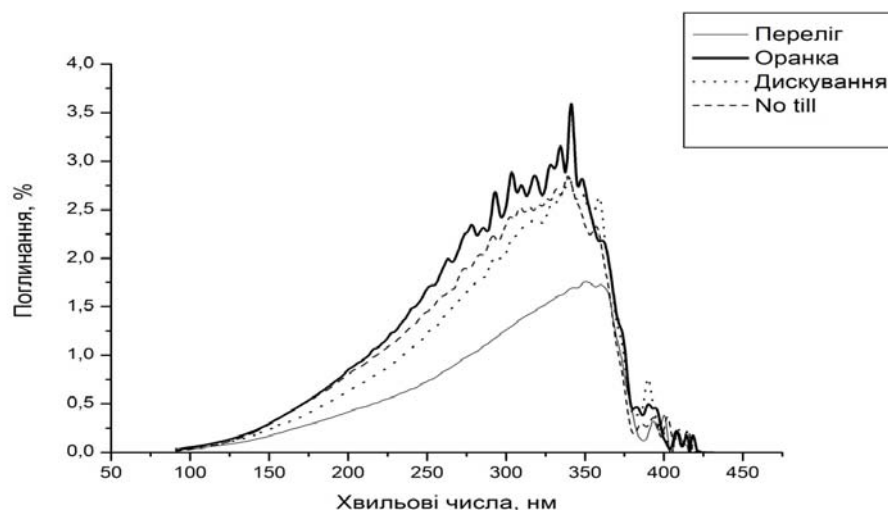


Рис. 2. Спектри поглинання в УФ-діапазоні світла 0,1н NaOH витяжки ГК після декальціювання чорнозему типового залежно від способів обробітки ґрунту

За дискування та технології No till відбувається зменшення інтенсивності поглинання порівняно з оранкою, що пов'язано зі зменшенням активності  $\pi$ - $\pi^*$  електронної системи. За No till відбувається зміщення поглинання в більш короткохвильову зону C=C-зв'язків, але за дискування спостерігається деяке підвищення амплітуди поглинання в довгохвильовому діапазоні УФ-спектра, що обумовлено поглинанням C=O груп.

Таким чином, показано, що за інтенсифікації обробітку, особливо за оранки, відбуваються конформаційні зміни надмолекулярної функціональної структури ГК завдяки електронній перебудові в ароматичній системі та зміні поляризації оксигеновмісних функціональних груп (Popirny et al, 2016). Збільшення лабільних та рухомих фракцій ГР пов'язане з переорганізацією конформації надмолекулярної структури ГК, через посилення біодеградації ОРГ. Установлено, що продуктивність сівозміни при вирощуванні зернових культур, залежно від інтенсивності обробітку на даному дослідному полі, за оранки найвища, а за безпосередньою сівою найменш продуктивна (Shevchenko, 2014). Це, вірогідно, пов'язано з більшою концентрацією функціональних біологічно активних ГР за оранки та дискування, які формуються завдяки електронній перебудові спряженої системи та зміні конформації макроструктури, що викликано посиленням донорно-акцепторних взаємодій з металами перемінної валентності (Nardi et al., 2002). Таким чином, змінюючи конформацію гумінової надмолекулярної макроструктури, яка стабілізується циклічним кооперативним хелатним ефектом (Kudeyarova, 2007, Nuzzo et al., 2013;

Popirny et al., 2016; Piccolo, 2001), можливо підвищити кількість доступних для живлення рослин лабільних речовин, що обумовлюють рівень окультуреності ґрунту (Degtyarov, 2011).

## ВИСНОВКИ

Застосування оранки та дискування на чорноземі типовому важкосуглинковому сприяє зменшенню вмісту загального органічного вуглецю з одночасним збільшенням рухомих фракцій гумусу завдяки інтенсифікації біодеградаційних процесів у ОРГ. Обробіток ґрунту викликає перерозподіл фракцій ГР через зміну спрямованості трансформаційних процесів у ОРГ. За No till-технології відбувається збільшення вмісту стабільних та інертних органічних речовин через нагромадження фракцій ГР, міцно зв'язаних з мінеральною частиною ґрунту, з одночасним зменшенням лабільних рухомих фракцій. Дискування приводить також до збільшення стабільних фракцій ГР з одночасним уповільненням процесу мінералізації ОРГ. За оранки та дискування відбувається нагромадження більш конденсованих лабільних та рухомих фракцій ГР, що пов'язано з надходженням та трансформацією свіжих органічних залишків. При цьому за дискування утворюються найбільш конденсовані ГК рухомої фракції, які більш стійкі до біодеградації.

Спектри поглинання вказують на подібність у структурній організації ГК та відрізняються амплітудами поглинання (концентрацією), що залежать від інтенсивності обробітку. За оранки в ГК відбувається інтенсивне поглинання, що пов'язано з активними  $\pi$ - $\pi^*$  електронними переходами в сполученій системі подвійних зв'язків, що приводить до активних донорно-акцепторних взаємодій завдяки більш поляризованим оксигеновмісним групам. За дискування та No till відбувається зменшення та деяке зміщення інтенсивності поглинання в більш короткохвильову зону, пов'язану з поглинанням C=C-зв'язків. За дискування спостерігається деяке збільшення поглинання в довгохвильовому діапазоні, пов'язане з кетонними групами ( $-C=O$ ).

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Degtyarov, V. V., 2011. Gumus chornozemiv lisostepu i stepu Ukraini [Humus of Ukraine steppe and forest-steppe chernozem]. Kharkov (in Ukrainian).
- Haynes, R. J., 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview, *Adv. Agron.* 85, 221–268.
- Kravchenko, Y., Rogovska, N. Petrenko, L., 2012. Quality and dynamics of soil organic matter in a typical Chernozem of Ukraine under different long-term tillage systems. *Canadian Journal of Soil Science* 92, 429–438.
- Kudeyarova, A. Yu., 2001. Prilozhenie fundamentalnyih polozheniy himii k ponimaniyu mehanizmov obrazovaniya i transformatsii gumusovyih veschestv [The application of fundamental principles of chemistry to understanding the mechanisms of formation and transformation of humic substances]. *Eurasian Soil Science* 11, 1323–1331 (in Russian).
- Medvedev, V. V., 2010. Nuloviy obrobitek ґрунту v Evropeyskikh krayinah [No tillage in Europe]. Kharkov (in Ukrainian).
- Nardi, S., et al., 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology & Biochemistry* 34, 1527–1536.
- Nebbioso, A., 2012. Advances in Humeomic: enhanced structural identification of humic molecules after size fractionation of a soil humic acid. *Analytica Chimica* 720, 77–90.
- Nuzzo, A., et al., 2013. Conformational changes of dissolved humic and fulvic superstructures with progressive iron complexation. *Journal of Geochemical Exploration* 129, 1–5.
- Orlov, D. S., 1990. Gumusovue veshestva i obshaya teoriya humifikatsii [Humic substances and general theory of humification]. MSU, Moscow (in Russian).
- Ovchinnikova, M. F., 2012. Priznaki i mehanizmyi agrogennoy transformatsii gumusovyih veschestv dernovo-podzolistoy pochvyi [Symptoms and Mechanisms of nutrient transformation of



- humic substances sod-podzolic soil]. *Agrohimiya* 1, 3–13 (in Russian).
- Piccolo, A., 2001. The supramolecular structure of humic substances, *Soil Sci.* 166, 810–832.
- Popirny, M. A., Nikolov, O. T., Skrilnik, E. V., 2016. Effect of tillage intensity on composition, physical and chemical properties of the second fraction of humic acids extracted from typical chernozem. *Biophysics Bulletin of Kharkov national university* 35(10), 34–45.
- Shevchenko, M. V., 2014. Efektivnist minimalnih tehnologiy obrobitku Gruntu pri viroschuvanni zernovih kultur u livoberezhnomu lisostepu [Efficiency of minimum tillage technology in growing crops in left-bank forest-steppe]. *Feed and fodder* 79, 56–61 (in Ukrainian)
- Skrilnik, E. V., Perebikovska, O. S., Moskalenko, V. P., 2008. Vpliv sistem obrobitku ta udobrennya na gumusoviy stan i vmist pozhivnih rechovin u chornozemi tipovomu [Effect of tillage system and fertilization on humic condition and nutrition in typical black soil]. *Agrohimiya i Gruntoznavstvo* 68, 90–94 (in Ukrainian).
- Stevenson, F. J., 1994. *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions*, 2nd ed. John Wiley & Sons, Ltd.
- Tsapko, Yu. L., 2014. Strukturna budova gumusovih kislot v aspekti vplivu na kislotni funktsiyi Gruntiv [Structure of humic acids in aspects of effect on the acidic soil functions]. *Bulletin of V. V. Dokuchayev KNAU* 1, 12–18 (in Ukrainian).
- Vilnyiy, R. P., 2015. Vliyanie minimizatsii obrabotki chernozema tipichnogo na ego biologicheskoe sostoyanie [Effect of minimization soil tillage on ecobiological condition of black soil]. *Pochvovedenie i agrohimiya* 1, 104–114 (in Russian).
- Yakist gruntu. Metodi viznachannya dostupnoyi (labilnoyi) organichnoyi rehovini: DSTU 4732:2007. Chinniy ot 2008–01–01 [Quality of soil. Methods for determining available (labile) organic matter: DSTU of 4732:2007. Operating from 2008–01–01], Stateconsstandard of Ukraine, Kyiv (National standards of Ukraine).
- Yakist gruntu. Metodi viznachannya organichnoyi rehovini: DSTU 4289:2004. Chinniy ot 2005–07–01 [Quality of soil. Methods for determination of organic matter: DSTU of 4289:2004. Operating from 2005–07–01], Stateconsstandard of Ukraine, Kyiv (National standards of Ukraine).
- Yakist gruntu. Vidbirannya prob: DSTU 4287:2007. Chinniy ot 2005-01-01 [Quality of soil. Taking away of tests : DSTU of 4287:2004. Operating from 2005-01-01], Stateconsstandard of Ukraine, Kyiv (National standards of Ukraine).
- Yakist gruntu. Viznachennya grupovogo ta fraktsiyonogo skladu gumusu za metodom I. V. Tyurlina v modifikatsiyi V. V. Ponomarovoyi ta T. A. Plotnikovoyi: DSTU 7828:2015. Chinniy ot 22 chervnya 2015 [Quality of soil. Identifying group and fractional composition of humus method I. Turina in the modification of V. V. Ponomareva and T. A. Plotnikova: DSTU of 7828:2015. Operating from June 22, 2015], Stateconsstandard of Ukraine, Kyiv (National standards of Ukraine).
- Yakist gruntu. Viznachennya zagalnoho azotu v modifikatsiyi NNC IGA Im. O. N. Sokolovskogo: DSTU 4726:2004. Chinniy ot 2005–07–01 [Quality of soil. Determination of total nitrogen in modification of NSC ISSAR named after. O. N. Sokolovsky: DSTU of 4726:2004. Operating from 2005–07–01], Stateconsstandard of Ukraine, Kyiv (National standards of Ukraine).

*Стаття надійшла в редакцію 19.06.2017*