

---

# CHEMISTRY OF SOILS

---

---



V. V. Degtyarev      Dr. Sci. (Agri.), Professor  
O. S. Panasenko

UDK 631.445.41:631.434  
(477.52.6)

---

*V. V. Dokuchayev Kharkiv  
National Agrarian University,  
Kharkov, Ukraine,  
e-mail: zhernova2007@rambler.ru*

---

## THE QUALITATIVE COMPOSITION OF COLLOIDAL FORM OF HUMUS IN WATERPROOF STRUCTURAL AGGREGATES LEFT-BANK TYPICAL CHERNOZEM FOREST-STEPPE OF UKRAINE

**Abstract.** The studying of soil aggregates formation, as a part of more than a general problem of the interaction of organic and mineral components of the soil, has significant theoretical and practical interest. During the research of colloidal humus forms of typical chernozem water resistant structural units, while preparing samples for analysis, very small organic particles were observed, they were placed on the surface of the solution during the extraction of active humus from the soil. Studies have shown that the soil mass contains organic residues – detritus. Detritus villi of typical chernozem soil samples selected from different areas of intensive agricultural use are different in sizes and shapes.

Revealed regularities of structural formation (aggregation of elementary soil particles) in different type of use of typical chernozem in forrest-steppe of Ukraine. After removing of the active humus from soil samples revealed that the quantity and quality of detritus varies in the composition of the passive humus. Structural units of virgin soil and soil under forest belts contain elongated detritus fragments which possibly can participate in the formation of micro aggregates with the subsequent formation of macro aggregates. In structural units of tillage passive humus detritus has short and small fragments, which do not allow to form agronomically valuable structural units.

Formation of the structural unit is possible to imagine like this: humic substances saturate a piece of clay, followed by polycondensation and polymerization, there by envelop clay particles- forming organo-mineral smallest elementary unit, further, with the participation of divalent cations, first of all Ca<sup>2+</sup>, connecting these smallest units and the formation of micro aggregates, the humic substances actually cover with foil the mineral particles and the same time are absorbed by detritus; detritus with adsorbed humic substances on it begins to be aggregated. When its humic substances are connected through the carboxyl and amino groups and divalent cations with micro aggregates then the macro aggregates are formed. Detritus acts as a basis for sustainability of macro aggregates of chernozem soils. Detritus villi can, in turn, connect several micro aggregates, using adsorbed actually humus substances in structural macroaggregates.

**Keywords:** *colloidal forms of humus, typical chernozem, the organic portion of the soil, structural unit, actually humus substances, detritus.*

---

© V. V. Degtyarev, O. S. Panasenko, 2013

УДК 631.445.41:631.434  
(477.52.6)

**В. В. Дегтярев** д-р с.-х. наук, проф.  
**О. С. Панасенко**  
*Харьковской национальной аграрный университет  
им. В. В. Докучаева, г. Харьков, Украина,  
e-mail: zhernova2007@rambler.ru*

### **КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КОЛЛОИДНЫХ ФОРМ ГУМУСА В ВОДОУСТОЙЧИВЫХ СТРУКТУРНЫХ АГРЕГАТАХ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

Установлены закономерности структурообразования (агрегирование элементарных частиц почвы) в разных по типу использования черноземах типичных Лесостепи Украины. После отделения активного гумуса из образцов почвы установлено, что в составе пассивного гумуса количество и качество детрита разное. Структурные агрегаты целинных почв и почвы под лесополосой содержат фрагменты детрита удлиненной формы, которые могут принимать участие в формировании микроагрегатов с последующим образованием из них макроагрегатов. А в структурных агрегатах почвы пашни детрит пассивного гумуса имеет короткие и мелкие фрагменты. Детрит выступает основой для стойкости макроагрегатов черноземных почв. Ворсинки детрита способны соединять несколько микроагрегатов, с помощью адсорбируемых собственно гумусовых веществ, в структурные макроагрегаты.

*Ключевые слова: коллоидные формы гумуса, чернозем типичный, органическая часть почвы, структурный агрегат, собственно гумусовые вещества, детрит.*

УДК 631.445.41:631.434  
(477.52.6)

**В. В. Дегтярьов** д-р с.-г. наук, проф.  
**О. С. Панасенко**  
*Харківський національний аграрний університет  
ім. В. В. Докучаєва, м. Харків, Україна,  
e-mail: zhernova2007@rambler.ru*

### **ЯКІСНИЙ СКЛАД КОЛОЇДНИХ ФОРМ ГУМУСУ У ВОДОТРИВКИХ СТРУКТУРНИХ АГРЕГАТАХ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Виявлено закономірності структуроутворення (агрегування елементарних часточок ґрунту) у різних за типом використання черноземах типових Лісостепу України. Після вилучення активного гумусу зі зразків ґрунту встановлено, що у складі пасивного гумусу кількість і якість детриту різна. Структурні агрегати цілинних ґрунтів і ґрунту під лісосмугою містять фрагменти детриту видовженої форми, які можуть брати участь у формуванні мікроагрегатів з подальшим утворенням з них макроагрегатів. А у структурних агрегатах ґрунту ріллі детрит пасивного гумусу має короткі і мілкі фрагменти. Детрит виступає основою для стійкості макроагрегатів черноземних ґрунтів. Ворсинки детриту здатні з'єднувати декілька мікроагрегатів за допомогою адсорбованих власне гумусових речовин у структурні макроагрегати.

*Ключові слова: колоїдні форми гумусу, чернозем типовий, органічна частина ґрунту, структурний агрегат, власне гумусові речовини, детрит.*

### **ВСТУП**

В. В. Докучаєв надавав великого значення гумусу як компоненту виключно важливого для генетичної діагностики і як джерелу родючості. За останні 100 років різко змінився як сумарний вміст гумусу в черноземах, так і грубізна гумусових горизонтів. Це пов'язано з підвищеною мінералізацією гумусу і зменшенням кількості органічних решток, що повертаються в орних ґрунтах.

Згідно уявлень В. В. Докучаєва, В. І. Вернадського, Л. М. Александрової, В. В. Пономарьової, Ф. Дюшафура та інших дослідників ґрунт є органо-мінеральною системою. Це відображає, насамперед, той факт, що основним результатом

грунтотворного процесу є продукти орґано-мінеральної взаємодії, які визначають основні якості ґрунтів: їх хімізм, фізико-хімічні та фізичні властивості, особливості їх профільної будови (Докучаєв, 1949; Вернадский, 1926; Александрова, 1980; Пономарева, 1980; Дюшафур, 1970).

Надаючи величезного значення колоїдам як «живій плоті ґрунту», О. Н. Соколовський розглядав уміст колоїдних форм гумусу у ґрунті і, особливо, їх співвідношення як якість гумусу, здатну змінюватися за різних причин, в тому числі – під впливом сільськогосподарського використання ґрунтів. Він розділив гумус на дві форми: активну і пасивну. Під активним гумусом, названим так за активну участь в утворенні ґрунтової структури, він розумів частину ґрунтового гумусу, здатну пептизуватися внаслідок заміни обмінно-увібраного кальцію натрієм. Пасивним гумусом (не здатним брати участь в утворенні структури) вчений назвав ту частину ґрунтового гумусу, яка не пептизується і не переходить в розчин після повної заміни у ґрунті обмінного кальцію натрієм. Пасивний гумус є фактором водостійкості структури (Соколовский, 1956).

Відповідно до вчення О. Н. Соколовського гумусові речовини зв'язуються з мінеральною частиною ґрунту двома шляхами: 1) через «місточки» з багатовалентних катіонів, і перш за все, кальцію; 2) внаслідок взаємної дегідратації (коагуляції) мінеральних і орґанічних колоїдів. Автор стверджував, що завдяки тому, що гумус під дією кальцію здатний давати незворотний гель, існує водостійка структура. У якості клею виступає частина гумусу, названа М. К. Крупським (1959) адгезійною. В якості клею можуть виступати найрізноманітніші сполуки і зовсім не обов'язково гумус (Соколовский, 1971).

А. Ф. Тюлін, вивчаючи фактори структуроутворення, а також колоїдно-хімічну природу утворення агрегатів, вказує на те, що недостатньо у ґрунті враховувати тільки кількість водотривких агрегатів, а потрібно вивчати також їх генезис і якість (Тюлин, 1955).

Дослідженнями М. І. Лактіонова встановлено, що пасивний гумус у ґрунті представлений тією частиною гумусу, якій «поталанило» взаємодіяти безпосередньо з мінеральною частиною ґрунту та незворотно поєднатися з нею за рахунок міцних хімічних зв'язків. При цьому не має значення знак заряду глинистих часточок. Решта власне гумусових речовин закріплюється на вкритих плівками пасивного гумусу орґано-мінеральних агрегатах зворотно через, так звані, містки з багатовалентних катіонів, являючи собою активну форму гумусу у ґрунтах (Лактионов, 1986). Досліджуючи гумус ґрунту як полідисперсну систему, автор встановив колоїдно-хімічну природу взаємодії активного гумусу ґрунтів з мінеральною частиною ґрунту (Лактионов, 1962).

Вітчизняні і зарубіжні вчені спробували встановити залежність кількості водостійких агрегатів від вмісту у ґрунті гумусових речовин і на цій основі показати значення гумусових речовин у формуванні водостійкої структури. Але отримані дані не дозволяють говорити про будь-який певний зв'язок між кількістю мікроагрегатів і вмістом у них гумусу. Ця обставина стала підставою прийти до висновку, що в утворенні стійких ґрунтових агрегатів вирішальну роль відіграє не стільки кількісний вміст гумусу, скільки його якісний склад.

Є. Ю. Мілановський відзначає, що основну роль у природному клеї при утворенні структурних агрегатів повинна відігравати орґанічна речовина ґрунту, яка унеможлиблює швидке надходження води в міжпакетний простір, чинить опір виникненню високих розклинюючих тисків і розриву агрегату під час його змочування. Він вважає, що гумусові речовини, володіють гідрофобними властивостями і при цьому міцно утримуються на гідрофільній поверхні мінеральних часточок. Тобто, ґрунтові орґанічні молекули мають як гідрофільні, так і гідрофобні властивості, тобто вони амфіфільні. Тоді у ґрунтовій порі молекула орґанічної речовини однією своєю частиною (гідрофільною) міцно утримується на поверхні

мінеральної часточки, а іншою (гідрофобною) – орієнтується всередину, у поровий простір (Милановский, 2009).

Вивчення утворення ґрунтових агрегатів як частини більш загальної проблеми взаємодії органічних і мінеральних компонентів ґрунту має значний теоретичний та практичний інтерес.

Мета досліджень – виявити закономірності структуроутворення (агрегування елементарних часточок ґрунту) у різних за типом використання чорноземах типових Лісостепу України.

## **ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

Чорноземи типові середньосуглинкові на лесовидному суглинку Українського природного степового заповідника відділення «Михайлівська цілина». Варіанти: абсолютна цілина, переліг (ділянка, що розорювалася до 1956 р.), лісосмуга (закладена у 1956 р.), рілля 77 років (була відведена для сільськогосподарського освоєння у 1933 р.).

Дослідження проводились з використанням мікроскопу з електронною насадкою за допомогою камери "Тесен 3.0" та програми "TS View 7". Зразки ґрунту розміщували на предметне скло, вони змочувались дистильованою водою, накривались покривним скельцем і розглядалися під мікроскопом.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

У ході досліджень колоїдних форм гумусу водотривких структурних агрегатів чорнозему типового, при підготовці зразків до аналізу, було помічено дуже мілкі органічні часточки, які знаходились на поверхні робочого розчину в процесі вилучення з ґрунту активного гумусу.

Детальний аналіз наукової літератури з питань формування мікроагрегатів ґрунту дозволив нам припустити, що ці органічні часточки не що інше, як напіврозкладені фрагменти органів рослин, які втратили форму і анатомічну будову, тобто детрит. Вони не могли бути вилучені з ґрунту в процесі підготовки його до визначення умісту загального гумусу тому, що були міцно «приклеєні» до органо-мінеральних агрегатів активним гумусом. При вилученні активного гумусу з ґрунту відбулося відокремлення і волосків детриту від органо-мінеральних мікроагрегатів, які збиралися на поверхні робочого розчину. Для перевірки цього припущення нами було проведено візуальне дослідження зразків ґрунту, з яких вилучено активний гумус.

Дослідження показали, що у складі ґрунтової маси наявні органічні рештки – детрит. Ворсинки детриту ґрунтових зразків чорнозему типового, відібрані з різних за інтенсивністю сільськогосподарського використання ділянок, відрізняються розмірами і формою. Так, часточки детриту ґрунту абсолютно цілинної ділянки (рис. 1) мають видовжену форму і за розмірами в декілька раз перевищують часточки детриту ріллі (рис. 2).

Це пояснюється тим, що в процесі механічного обробітку ґрунту спостерігається інтенсивне перемішування орного шару, змінюється водний, тепловий та інші режими чорнозему ріллі, порівняно з ґрунтом абсолютної цілини, що сприяє інтенсивному зростанню мікробіологічної активності (Дегтярьов, 2011), внаслідок чого йде активна мінералізація органічного матеріалу ґрунту. Тому, в першу чергу, розкладаються ділянки органічних решток, які безпосередньо контактують з рідкою і газоподібними фазами ґрунту. Можливо, цим пояснюється руйнування структурних агрегатів під час розорювання цілинних ґрунтів. Тому чорнозем ріллі містить незначні за розмірами фрагменти детриту, вони приблизно в 3,5 рази менші порівняно з ґрунтом абсолютної цілини, мають не видовжену, а округлу форму і спостерігається скупчення малих фракцій. Покриті ж власне гумусовими речовинами округлі фрагменти органічних решток розкладаються значно повільніше, оскільки власне гумусові речовини слабо доступні для розкладу мікроорганізмами.

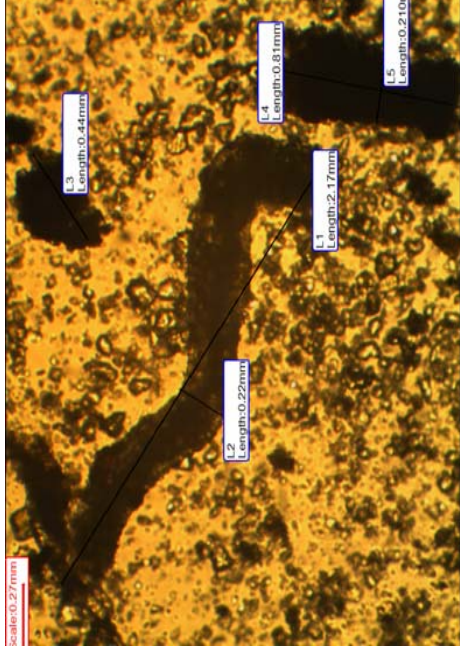
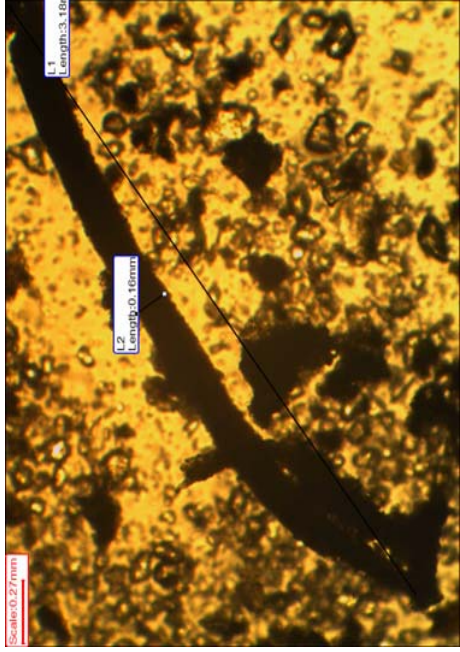


Рис. 1. Фрагменти детриту з адсорбованими ВГР та мікроагрегатами ВГР у складі пасивного гумусу чорнозему цілини (шар 0–10 см)

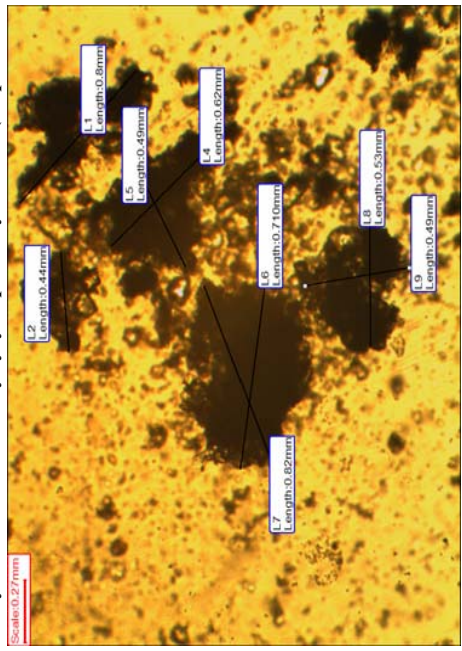
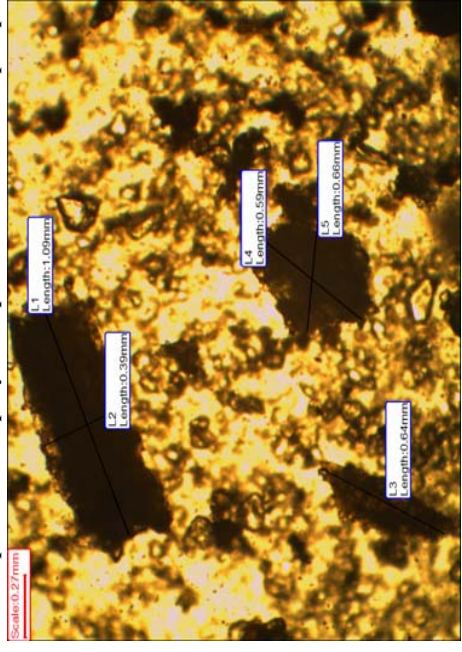


Рис. 2. Фрагменти детриту з адсорбованими ВГР та мікроагрегатами у складі пасивного гумусу чорнозему ріллі (шар 0–10 см)

Уведення режиму перелогу сприяє деякому накопиченню детриту у чорноземі типовому (рис. 3), порівняно з чорноземом ріллі. Однак, порівняння їх з варіантом абсолютної цілини показує, що тут волоски більш тонкі і майже у 2 рази коротші.

Під деревною рослинністю теж відбувається накопичення фрагментів детриту (рис. 4). Слід зазначити, що часточки детриту тут коротші і набагато тонші, порівняно з варіантами цілини і перелогу. Це переважно рештки мілких відмерлих корінців деревної рослинності.

В. В. Медведєв стверджував, що утворення водостійких макроагрегатів чорноземного перелогового ґрунту відбувається, принаймні, за двома механізмами. Перший з них охоплює складний комплекс процесів поступового залучення і закріплення механічних елементів у мікро-, а потім у макроагрегати, що супроводжується диференціацією будови і властивостей структурних одиниць і завершується утворенням водостійкого макроагрегату розміром орієнтовно 3–5 мм. Інший, це механізм за допомогою якого утворюються більші структурні одиниці, внаслідок досить подібної будови й складу останніх, треба вважати аналогом механізму за відомою фізико-механічною гіпотезою «подрібнення» ґрунтової маси (Медведєв, 1994).

Визначення умісту власне гумусових речовин і детриту в активному гумусі структурних агрегатів розміром  $> 3$  мм у 0–10 см шарі ґрунту свідчить, що частка детриту тут найвища і складає 1,86 %, і з глибиною поступово знижується. Уміст ВґР у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту складає 1,16 %, але з глибиною їх кількість зменшується інтенсивніше порівняно з умістом детриту (таблиця). У складі пасивного гумусу цих структурних агрегатів у 0–10-сантиметровому шарі також домінує кількість детриту, але різниця між умістом детриту і ВґР не така суттєва, як у активному гумусі.

В агрегатах розміром 3–1 мм чорнозему цілини, кількість фрагментів детриту в активному гумусі переважає кількість ВґР по всій досліджуваній товщі ґрунту. Уміст ВґР, на відміну від кількості детриту, з глибиною змінюється не рівномірно. Агрегати розміром 1–0,25 мм цього варіанту характеризуються помітним зменшенням кількості ВґР і детриту у 0–10 сантиметровому шарі ґрунту. Пасивний гумус верхніх шарів чорнозему типового суттєво відрізняється за вмістом ВґР і детриту порівняно зі складом активного гумусу. Так, у складі пасивного гумусу агрегатів розміром 1–0,25 мм детриту у 0–10 сантиметровому шарі ґрунту міститься 3,39 %, а ВґР – 3,01 %. Дещо інша залежність проявляється в агрегатах розміром  $< 0,25$  мм. У складі пасивного гумусу (шар 0–10 см) уміст детриту і ВґР удвічі перевищує уміст детриту і ВґР, що входять до складу активного гумусу.

Визначення якісного складу колоїдних форм гумусу водотривких структурних агрегатів чорнозему під перелогом показало, що у складі активного гумусу агрегатів розміром  $> 3$  мм майже у два рази переважає уміст детриту у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту, а кількість ВґР складає лише 0,99 %. До складу пасивного гумусу входить більша кількість детриту і ВґР, ніж до складу Аґ. Так, уміст детриту складає 3,47 %, а ВґР – 3,05 %.

В умовах перелогу агрегати розміром 3–1 мм, мають 0,99 % детриту (шар 0–10 см) у складі активного гумусу, ВґР дещо менше (0,93 %). Пасивний гумус характеризується досить високим вмістом детриту і ВґР. Уміст детриту в пасивному гумусі майже у чотири рази вищий, ніж уміст детриту у складі активного гумусу у верхньому шарі ґрунту. Взагалі структурні агрегати ґрунту перелогу за умістом ВґР і детриту в колоїдних формах гумусу можна поділити на дві групи: структурні агрегати  $> 1$  мм і агрегати  $< 1$  мм.

Результати визначення вмісту власне гумусових речовин і детриту структурних окремоостей показали, що варіант ріллі характеризується найменшим умістом детриту в колоїдних формах гумусу. Сільськогосподарське використання найбільш суттєво впливає на уміст власне гумусових речовин: їх уміст помітно збільшується порівняно

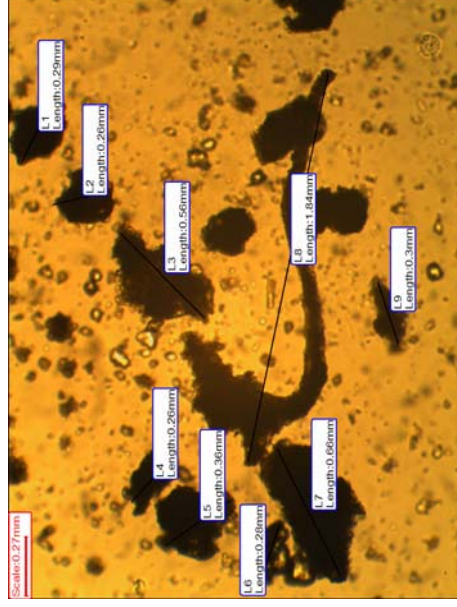
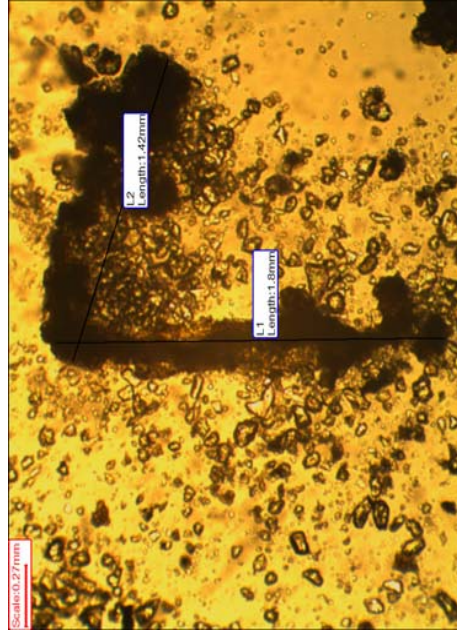


Рис. 3. Фрагменти детриту з адсорбованими ВГР та мікроагрегатами у складі пасивного гумусу чорнозему перелугу (шар 0–10 см)

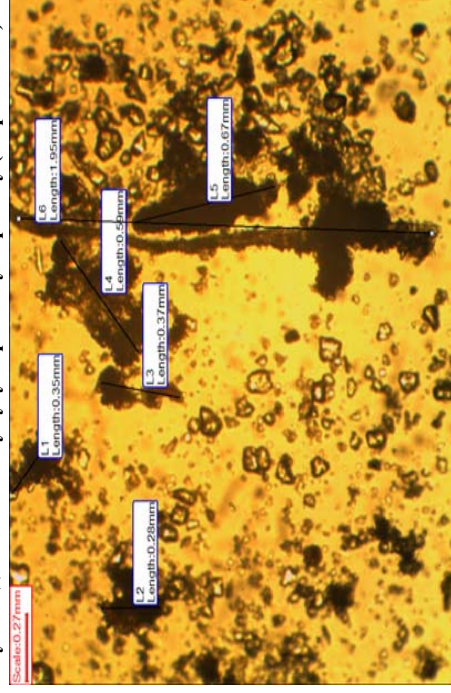
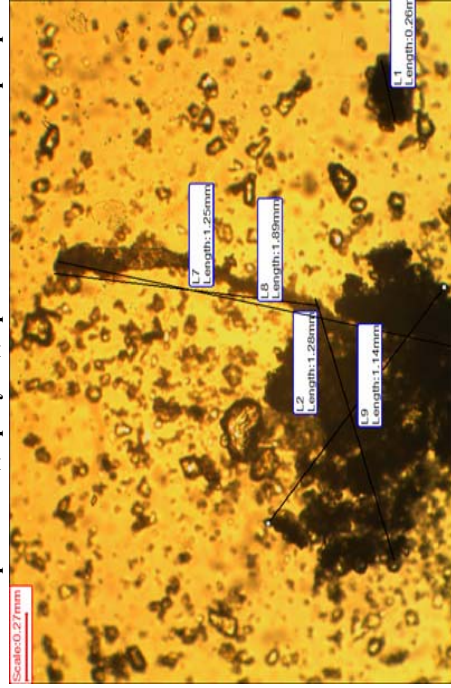


Рис. 4. Фрагменти детриту з адсорбованими ВГР та мікроагрегатами у складі пасивного гумусу чорнозему лісосути (шар 0–10см )

зі структурними агрегатами цілих варіантів. Так, в агрегатах розміром > 1 мм, збільшується відсоток власне активного гумусу, а фрагменти детриту, у складі активного гумусу складають незначну частку. Пасивний гумус цих агрегатів характеризується помітним зменшенням кількості як ВГР, так і детриту. Потрібно зазначити, що до складу пасивного гумусу агрегатів розміром 3–1 мм входить більше ВГР, ніж детриту. У складі активного гумусу цих агрегатів спостерігається деяке збільшення вмісту детриту.

**Якісний склад гумусу водотривких структурних агрегатів чорнозему типового (шар 0–10 см), %**

| Варіанти  | Розмір агрегатів, см | Активний гумус |        |      | Пасивний гумус |        |      |
|-----------|----------------------|----------------|--------|------|----------------|--------|------|
|           |                      | усього         | детрит | ВГР  | усього         | детрит | ВГР  |
| Цілина    | > 3                  | 3,02           | 1,86   | 1,16 | 6,72           | 3,64   | 3,08 |
|           | 3–1                  | 1,97           | 1,09   | 0,88 | 6,50           | 3,48   | 3,02 |
|           | 1–0,25               | 1,06           | 0,35   | 0,71 | 6,40           | 3,39   | 3,01 |
|           | < 0,25               | 1,39           | 0,62   | 0,77 | 5,84           | 3,08   | 2,76 |
| Переліг   | > 3                  | 2,70           | 1,71   | 0,99 | 6,52           | 3,47   | 3,05 |
|           | 3–1                  | 1,92           | 0,99   | 0,93 | 6,34           | 3,39   | 2,95 |
|           | 1–0,25               | 1,05           | 0,53   | 0,52 | 6,10           | 3,09   | 3,01 |
|           | < 0,25               | 0-10           | 1,36   | 0,58 | 0,78           | 5,72   | 3,00 |
| Рілля     | > 3                  | 2,51           | 1,20   | 1,31 | 3,27           | 1,85   | 1,42 |
|           | 3–1                  | 2,56           | 1,24   | 1,32 | 3,59           | 1,54   | 2,05 |
|           | 1–0,25               | 2,05           | 1,00   | 1,05 | 2,63           | 1,16   | 1,47 |
|           | < 0,25               | 2,10           | 1,05   | 1,05 | 2,50           | 1,08   | 1,42 |
| Лісосмуга | > 3                  | 3,54           | 1,15   | 2,39 | 6,04           | 2,47   | 3,57 |
|           | 3–1                  | 3,16           | 0,95   | 2,21 | 5,91           | 2,24   | 3,67 |
|           | 1–0,25               | 2,95           | 1,23   | 1,72 | 5,72           | 2,01   | 3,71 |
|           | < 0,25               | 3,10           | 1,03   | 2,07 | 5,37           | 1,89   | 3,48 |

НІР<sub>05</sub> 0,02

Активний гумус структурних агрегатів 1–0,25 мм характеризується вищим вмістом ВГР, ніж детриту. Пасивний гумус містить більше власне гумусових речовин у своєму складі, ніж детриту. Так, у пасивному гумусі вміст детриту в 0–10-сантиметровому шару ґрунту становить 1,54 %, а власне гумусових речовин – 2,01 %.

Структурні часточки < 0,25 мм характеризуються найменшим вмістом ВГР і детриту. У складі активного гумусу цих агрегатів міститься однакова кількість власне активного гумусу і детриту, яка з глибиною рівномірно знижується. У складі пасивного гумусу вміст ВГР дещо вищий, ніж вміст детриту по всій досліджуваній товщі ґрунту.

Деревна рослинність спричиняє досить суттєве підвищення вмісту пасивного гумусу і зниження активного гумусу. Отримані результати свідчать, що у ґрунті під лісосмугою, у складі активного гумусу структурних агрегатів > 3 мм, вміст детриту переважає у 0–10-сантиметровому шарі і складає 1,15 %. Пасивний гумус цих агрегатів характеризується більшим вмістом детриту і власне гумусових речовин. Кількість ВГР тут теж перевищує вміст детриту. Так, у 0–10 сантиметровому шарі вміст детриту становить 2,47 %, а власне гумусових речовин – 3,57 %.

Колоїдні форми гумусу водотривких структурних агрегатів розміром 3–1 мм мають близький якісний склад, що й агрегати > 3 мм. Але потрібно зазначити, що тут пасивний гумус містить більше ВГР, ніж більш крупні агрегати у верхньому шарі ґрунту.

У складі колоїдних форм гумусу агрегатів розміром 1–0,25 мм домінують власне гумусові речовини. Так, в активному гумусі 0–10-сантиметрового шару ґрунту кількість власне активного гумусу складає 1,72 %, а в пасивному – 3,71 %. Вміст детриту у складі активного гумусу становить 1,23 %, і 2,01 % у пасивному гумусі 0–



10-сантиметрового шару. Агрегати розміром < 0,25 мм за якісним складом колоїдних форм гумусу на цьому варіанті подібні до структурних часточок розміром 1–0,25 мм.

## ВИСНОВКИ

1. Мікроскопічний аналіз зразків ґрунту після вилучення активного гумусу показав, що у складі пасивного гумусу кількість і якість детриту різна. Структурні агрегати цілинних ґрунтів і ґрунту під лісосмугою містять фрагменти детриту видовженої форми, які можуть приймати участь у формуванні мікроагрегатів з подальшим утворенням з них макроагрегатів. У структурних агрегатах ґрунту рідкі детрит пасивного гумусу має короткі і мілкі фрагменти, які не дають змогу утворювати агрономічно цінні структурні агрегати.

2. Формування структурного агрегату можливо уявити так: гумінові речовини промочують глинисту часточку, потім відбувається поліконденсація і полімеризація, тим самим обволікають глинисті часточки – утворюється найменший органіно-мінеральний елементарний агрегат; далі за участю двовалентних катіонів, перш за все  $\text{Ca}^{2+}$ , з'єднуються ці найменші агрегати і утворюються мікроагрегати; власне гумусові речовини покривають плівкою мінеральні часточки і одночасно адсорбуються детритом; детрит з адсорбованими на ньому гумусовими речовинами теж вступає в процес агрегації. Коли його гумусові речовини з'єднуються через карбоксильні і аміногрупи та двовалентні катіони з мікроагрегатами, то утворюються макроагрегати. Детрит виступає основою для стійкості макроагрегатів чорноземних ґрунтів. Ворсинки детриту здатні, в свою чергу, з'єднувати декілька мікроагрегатів, за допомогою адсорбованих ВГР, у структурні макроагрегати.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Александрова Л. Н.** Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – М.: Наука, 1980. – 288 с.
- Aleksandrova, L. N., 1980, "Soil organic matter and its transformation processes", Leningrad, Nauka, 288 p.*
- Вернадский В. И.** Биосфера / В. И. Вернадский. – М., Л.: Науч.-техн. изд-во, 1926. – 234 с.
- Vernadsky, V. I., 1926, "Biosphere", Moscow, Leningrad Scientif.-tehn. Publishers, 234 p.*
- Дегтярьов В. В.** Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України / В. В. Дегтярьов; за ред. д-ра. с.-г. наук, проф. Д. Г. Тихоненка; Харк. нац. аграр. ун. ім. В. В. Докучаєва. – Х.: Майдан, 2011. – 360 с.
- Degtyarev, V. V., 2011, "Humus of chernozem forest-steppe and steppe of Ukraine", for Ed. Dr. agri. sciences, prof. D. G. Tihonenko, Khark. nat. agrarian. University named after V. V. Dokuchaev, Kharkiv, Maydan, 360 p.*
- Докучаев В. В.** Избранные соч.: в 3-х т. / В. В. Докучаев. – М.: Сельхозгиз, 1949.
- Dokuchaev, V. V., 1949, "Selected Works", Moscow, Selkhozgiz.*
- Дюшафур Ф.** Основы почвоведения / Ф. Дюшафур. – М.: Прогресс, 1970. – 591 с.
- Dyushafur, F., 1970, "Fundamentals of Soil Science", Moscow, Progress Publishers, 591 p.*
- Лактионов Н. И.** Влияние распахивания на качественные изменения активного гумуса черноземов Украины / Н. И. Лактионов, В. В. Дегтярев // Тез. докл. II съезда почвоведов и агрохимиков Укр.ССР. – Х., 1986. – С. 34-35.
- Laktionov, N. I., Degtyarev, V. V., 1986, "Influence of plowing on the qualitative changes of the active humus chernozems Ukraine", Proc. of reports II congress of soil scientists and agrochemists Ukr.SSR. Kharkov, p. 34–35.*
- Лактионов Н. И.** Коллоидно-химические исследования гумуса почв как полидисперсной системы: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х.наук: спец. 06.01.03 «Агрочвоведение и агрофизика» / Н. И. Лактионов. – К., 1962. – 24 с.
- Laktionov, N. I., 1962, "Colloid-chemical study of soil humus as polydispersion system", Author. dis. for the degree of PhD. agri.s: special. 06.01.03 "Agrology and agrophysics", Kyiv, p. 24.*
- Медведев В. В.** Механизмы образования макроагрегатов черноземов / В. В. Медведев // Почвоведение. – 1994. – № 11. – С. 24-30.
- Medvedev, V. V., 1994, "Mechanisms of formation of makroagregats of black soils", Eurasian Soil Science, no. 11, p. 24–30.*

**Милановский Е. Ю.** Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения / Е. Ю. Милановский. – М. : ГЕОС, 2009. – 188 с.

*Milanovskyy, E. Y., 2009, "Soil humic substances as natural hydrophobic-hydrophilic compounds", Moscow, GEOS, 188 p.*

**Пономарева В. В.** Гумус и почвообразование / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л. : Наука, 1980. – 221 с.

*Ponomareva, V. V., Plotnikova, T. A., 1980, "Gumus and soil formation", Leningrad, Nauka, 221 p.*

**Соколовский А. Н.** Избранные труды / А. Н. Соколовский. – К. : Урожай, 1971.

*Sokolovsky, A. N., 1971, "Selected Works", Kyiv, Vintage.*

**Соколовский А. Н.** Сельскохозяйственное почвоведение / А. Н. Соколовский. – М., 1956. – 335с.

*Sokolovsky, A. N., 1956, "Agricultural soil science", Moscow, 335 p.*

**Тюлин А. Ф.** Вопросы почвенной структуры в лесу / А. Ф. Тюлин // Почвоведение. – 1955. – № 1. – С. 33.

*Tyulin, A. F., 1955, "Questions of soil structure in the woods", Eurasian Soil Science, no. 1, p. 33.*

*Стаття надійшла в редакцію: 04.10.2013*

*Рекомендує до друку: д-р біол. наук, проф. Н. А. Білова*