

УДК 631.445.41:549

Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов

Харківський національний аграрний університет ім. В.В.Докучаєва

МІНЕРАЛЬНА МАТРИЦЯ ЧОРНОЗЕМІВ ПРИРОДНИХ І АГРОЕКОСИСТЕМ

Визначення мінералогічного складу чорноземів типових середньосуглинкових на лесовидних суглинках Михайлівської цілини та чорноземів звичайних важкосуглинкових на лесовидних суглинках Хомутовського степу засвідчило, що мінеральна матриця чорноземних ґрунтів в основному представлена високодисперсними мінералами; основу мінеральної матриці складають гідроксиди, каолінит, монтморилоніт, змішано-шаруваті утворення, хлориту; каолінит як найбільш стійкий мінерал у корі вивітрювання і ґрунтах майже не змінюється за профілем ґрунту; практична відсутність високодисперсного кварцу у ґрунтах відображає дуже слабкі процеси внутрішньогрунтового вивітрювання мінеральної частини чорноземів.

Ключові слова: чорнозем, мінеральна матриця, мінералогічний склад.

Вступ. Як відомо, поняття про ґрунтову матрицю ввів у ґрунтознавстві Вальтер Кубієна (1938) – засновник учення про мікроморфологію ґрунтів. Він розглядав матрицю як каркас ґрунту, що складається із твердих часток (скелет), мікроагрегатів і порового простору між ними. Найбільш активною частиною матриці є ґрунтова плазма, представлена в основному колоїдами глинистих мінералів, гумусу і вільних півтораоксидів.

Згідно із сучасними уявленнями [1] ґрунтова матриця – це активна плівка ґрунту, що складається з мінеральної (мінеральна матриця) і органічної (органічна матриця) частин. По суті, це поверхневий шар твердих часточок ґрунту, що зумовлює склад катіонів, водно-фізичні показники, товщу водних та інших плівок. Мінеральна матриця (фізично) являє собою поверхневий шар товщиною 1-10 атомних прошарків. Кількість атомних шарів залежить від природи мінеральної частини ґрунту [1-2].

Конкретні мінерали цієї матриці відіграють роль не тільки прискорювачів реакції, але є також «диригентами», що спрямовують ланцюг різних реакцій у певному напрямку [3].

Розглядаючи ґрунт як багатокомпонентну складну гетерогенну систему з декількома рівнями організації, Воронін О.Д. [4] виділив молекулярно-іонний рівень, що включає ту ділянку ґрунту, яка знаходиться на поверхні ґрунтових часточок і взаємодіє з молекулами рідини і газів, що межують з ними. Рівень же елементарних ґрунтових часточок, за Вороніним, успадковується від ґрунтоутворної породи та процесів її перетворення у ході вивітрювання і ґрунтоутворення, включає конкретні мінерали, уламки порід, колоїди, детрит.

Усі молекулярні реакції об'єднуються у дві групи: 1) реакції, що йдуть у ґрунтах і змінюють їх властивості; 2) реакції, що призводять до формування явних (таких, що діагностуються в польових умовах) морфологічних структурних макровластивостей і екологічних функцій [2]. Молекулярні процеси, як перший структурний рівень організації ґрунту, характеризуються високою точністю, оскільки добре відомий склад реагуючих речовин, швидкість реакцій, коефіцієнти селективності та інші характеристики реакцій.

Ґрунт являє собою складну систему організації. Простежити вплив молекулярних властивостей ґрунту на макровластивості важко. Гедройц К.К. [5] одним з перших пов'язав реакції на молекулярному рівні з властивостями ґрунту. Вігнер Г. [7],

Мінкін М.Б. [6], як і К.К. Гедройц, показали, що склад обмінних катіонів ґрунтового колоїдного вбирного комплексу суттєво впливає на фізико-механічні властивості і фізичні показники ґрунту, на утворення структурних агрегатів, водно-повітряні властивості. На сьогодні розкриті молекулярні механізми абіотичної каталітичної системи ґрунту, а також каталітичних процесів, що залежать від ґрунтових мінеральних каталізаторів [8-9]. Уміст кальцію у ґрунтовому вбирному колоїдному комплексі призводить до утворення зернистої структури. Гідрофільні групи органічних і мінеральних речовин зумовлюють високу змочуваність ґрунту. Висока питома поверхня ґрунтів визначає характер взаємодії гумусових кислот з мінеральною поверхнею колоїдів і формування орґано-мінеральних структур. Унаслідок цього утворюються гумусовані ґрунти з різним набором кислоторозчинних і нерозчинних фракцій органічних речовин [2].

До молекулярних реакцій, безперечно, відноситься гумусоутворення. Широко відома залежність вмісту гумусу від величини питомої поверхні ґрунту, від гранулометричного складу, про фрагментарний обмін ґрунтового гумусу з органічними речовинами, що надходять до ґрунту, про відтворення органічної матриці на мінеральній ґрунтовій матриці, формування орґано-мінеральних ґрунтових структур.

У ґрунтах під впливом біоти, сумішей мінералів формується специфічний комплекс, або ґрунтова матриця, що визначає такі властивості ґрунту, як його адсорбційна здатність, структурно-механічні властивості ґрунту, форма і розміри агрегатів.

Різні мінерали і часточки беруть не однакову участь у ґрунтових процесах. Серед мінералів найбільш активними є глинисті мінерали, а серед них високодисперсні монтморилоніт, смектити, гідрослюди. При цьому такі мінерали як кварц, польові шпати достатньо інертні у ґрунтах і беруть незначну участь у ґрунтових процесах [2]. За даними Д.Г. Тихоненка [10-12], у пісках Руської (Східно-Європейської) рівнини утворилися залізисті, глинисті, гумусові та інші плівки – колоїдні «сорочки», що покривають зерна піску.

На закріплення гумусу мінеральною матрицею впливає сила активних центрів: чим сильніше центри, тим «силове поле» матриці сильніше і більше адсорбується речовин.

Чорноземні ґрунти характеризуються низьким умістом каолініту і високим – смектитового компоненту (монтморилоніту і гідрослюд). Сильних центрів більше в каолініті, хоча всіх інших більш слабких центрів на поверхні каолініту в 10-15 разів менше, ніж на монтморилоніті. Загальна концентрація кислотних центрів дуже слабких і слабких зростає зі збільшенням частки смектитових мінералів і зменшенням групи каолініту і хлориту [1].

Основою ґрунтової матриці є мінеральна матриця. Вона представлена колоїдами і поверхневими шарами ґрунтових часточок (мінералів, уламків порід). У реальних ґрунтах фактично неможливо відокремити мінеральну матрицю від органічної (в гумусових горизонтах). Органічна матриця в гумусованих горизонтах у «чистому вигляді» майже не існує.

Глинисті мінерали каталізують численні реакції у ґрунті, зокрема синтез гумусових кислот з фенольних компонентів, синтез модельних гуміноподібних речовин [1].

Поява орґано-мінеральної матриці в материнських породах свідчить про початок ґрунтоутворення. Розвиток ґрунту супроводжується утворенням орґано-мінеральної матриці і формуванням ґрунтової агрегатної структури. Ці процеси вважаються найбільш характерними для ґрунту, такими, що визначають розвиток ґрунтового

профілю. У розвиненому ґрунті найбільш родючі гумусові горизонти являють собою систему з добре розвиненою органо-мінеральною матрицею [2, с. 144].

Об'єкти досліджень. Об'єктами досліджень обрано чорноземи типові середньосуглинкові на лесовидних суглинках Українського природного степового заповідника "Михайлівська цілина", чорноземи звичайні важкосуглинкові на лесовидних суглинках Українського природного степового заповідника "Хомутовський степ", а також ґрунти господарств, розташовані поряд з ними. Уміст та якісний склад високодисперсних глинистих мінералів визначали рентгендифрактометричним методом, за М.І. Горбуновим (МВВ 31-497058-004-2001) [13];

Результати. Визначення мінералогічного складу високодисперсної частини чорноземів типових середньосуглинкових Михайлівської цілини засвідчило (табл. 1), що тонкодисперсні фракції характеризуються однотипним складом індивідуальних глинистих мінералів та змішано-шаруватих утворень.

1. Напівкількісний уміст глинистих мінералів у мулистій фракції чорноземів типових середньосуглинкових Михайлівської цілини

| Варіант | Глибина, см | Уміст мінералів, %* | | | | | | загальна сума |
|------------------|-------------|-------------------------|------|------|------|-----|-------|---------------|
| | | Зм-ш | Мм | Гс | К | Х | Кв | |
| Абсолютна цілина | 0-20 | 12,3 | 15,3 | 49,1 | 15,9 | 5,8 | 1,6 | 100 |
| | 20-40 | 7,6 | 34,8 | 37,1 | 16,5 | 4,0 | сліди | 100 |
| Кошена цілина | 0-20 | 10,1 | 17,1 | 46,0 | 18,4 | 6,0 | 2,4 | 100 |
| | 20-40 | 9,1 | 34,9 | 36,9 | 12,0 | 7,1 | сліди | 100 |
| Переліг 42 р. | 0-20 | 14,1 | 22,0 | 46,6 | 13,0 | 4,3 | сліди | 100 |
| | 20-40 | 11,5 | 26,7 | 42,9 | 15,2 | 3,7 | сліди | 100 |
| Рілля 65 р. | 0-20 | $\frac{5,9^{**}}{33,6}$ | 17,6 | 30,6 | 8,9 | 2,4 | сліди | 100 |
| | 20-40 | $\frac{11,3}{17,7}$ | 17,9 | 31,7 | 18,8 | 2,6 | сліди | 100 |

* Зм-ш – змішано-шаруваті; Мм – монтморилоніт; Гс – гідролюда; К – каолінит; Х – хлорит; Кв – кварц.

** Над рискою – уміст мінералів з рухомою решіткою; під рискою – уміст мінералів з нерухомою решіткою.

Рентгенівські дифракційні спектри виявляють у складі тонкодисперсної фази наявність гідролюд, каолініту, монтморилоніту, змішано-шаруватих утворень, хлориту і сліди високодисперсного кварцу (рис. 1). Гідролюди є переважаючим компонентом і їхній склад коливається в межах від 30,6% до 49,1% залежно від об'єкта досліджень і глибини відбору зразків.

Слід відмітити, що з глибиною (20-40 см) кількість гідролюд має тенденцію до зменшення. Виключення складає чорнозем ріллі. Уміст каолініту та хлориту є характерним для чорноземів і складає для каолініту від 8,9% до 18,8% та від 2,6% до 7,1% для хлориту.

Найбільший інтерес заслуговують мінерали, що складають групу монтморилонітів та змішано-шаруватих утворень, незважаючи на те, що за кількісним умістом вони не є переважаючими. Мінерали групи монтморилонітів в усіх варіантах мають тенденцію збільшення кількості з глибиною. Так, у ґрунті цілини (0-20 см) уміст мінералів групи монтморилоніту складає 15,3%, тоді коли на глибині 20-40 см їх кількість дорівнює 34,8%. Аналогічна тенденція спостерігається і в чорноземі кошеної цілини: у 0-20 см шарі кількість монтморилоніту складає 17,1%,

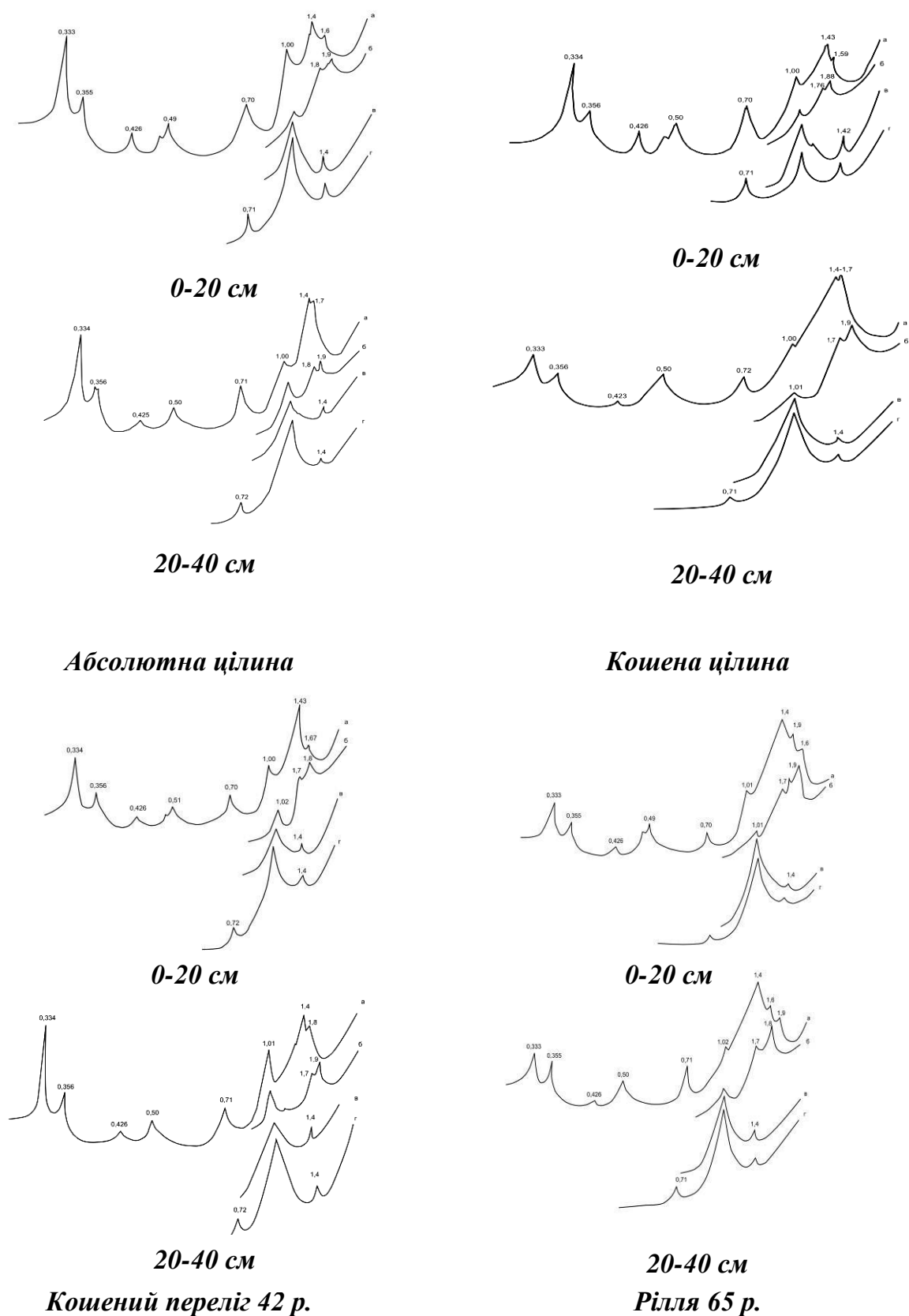


Рис. 1. Рентгендифрактограми зразків, виділених із чорнозему типового Михайлівської цілини (значення міжплощинних відстаней у нм) а) зразок, насичений хлоридом магнію; б) зразок, насичений етиленгліколем; в) зразок, прогрітий за температури 350°C протягом 2,5 год; г) зразок, прогрітий за температури 550°C протягом 2,5 год.

а у 20-40 см шарі його кількість майже вдвічі більша. Але в чорноземах перелогу і ріллі така тенденція не спостерігається. У цих варіантах відсутня суттєва різниця за вмістом мінералів групи монтморилоніту залежно від глибини.

Дослідження засвідчили, що у всіх зразках чорноземів присутні змішано-шаруваті утворення. Кількість їх невелика – від 7,6% до 14,1%. У чорноземі ріллі, як окремий випадок, їх уміст збільшується за рахунок „чистого” монтморилоніту та гідрослюд. Їх присутність свідчить, що незважаючи на те, що об’єкт можна віднести до природоохоронного, де відсутній антропогенний тиск на ґрунти, природні процеси роблять „свою справу” і мінерали реагують на іонно-обмінні процеси, водний, тепловий режими тощо. Особливої уваги заслуговують змішано-шаруваті мінерали, знайдені у зразках чорнозему ріллі. Як у верхньому шарі ґрунту (0-20 см), так і на глибині 20-40 см знайдені змішано-шаруваті мінерали різні за типом. Мінерали з нерухомою решіткою у складі змішано-шаруватих утворень домінують у верхньому шарі над мінералами з рухомою решіткою, уміст яких складає всього 5,9%. Уміст мінералів з переважанням комплексів, що мають жорстку кристалічну решітку, дорівнює 33,6%. Менш значна різниця між цими мінералами у шарі ґрунту 20-40 см.

Слід також зазначити тенденцію до зменшення вмісту мінералів групи монтморилоніту у 20-40 см шарі чорнозему ріллі. Можливо припустити, що у чорноземі ріллі за рахунок самостійного мінералу монтморилоніту, утворилися окремі групи змішано-шаруватих утворень, тобто у ґрунті ріллі створені такі умови, що вплинули на тонкодисперсні мінерали з великою ємністю обміну катіонів, призвели до їх структурної перебудови, але це не факт, що процеси повинні бути незворотні. При зміні умов можливий інший розклад. Нині такі зміни не вплинули категорично на ґрунтові процеси, але спостерігають тенденції, які свідчать про те, що група змішано-шаруватих мінералів є найбільш чутливою до будь-яких втручань.

Визначення мінералогічного складу високодисперсної частини чорноземів важкосуглинкових Хомутовського степу (табл. 2) засвідчило, що в цих ґрунтах переважаючими мінералами є змішано-шаруваті утворення і гідрослюди (рис. 2).

2. Напівкількісний уміст глинистих мінералів у мулистій фракції чорноземів звичайних важкосуглинкових Хомутовського степу

| Варіант | Глибина, см | Уміст мінералів, %* | | | | | | |
|------------------|-------------|---------------------|-------|------|------|-----|-----|---------------|
| | | Зм-ш | | Мм | Гс | К | Х | загальна сума |
| | | мм-гс | гс-мм | | | | | |
| Абсолютна цілина | 0-20 | 22,4 | 21,4 | 17,0 | 27,3 | 4,9 | 7,0 | 100 |
| | 20-40 | 14,9 | 20,2 | 14,7 | 37,6 | 6,9 | 5,7 | 100 |
| Кошена цілина | 0-20 | 18,0 | 23,0 | 21,1 | 30,6 | 3,7 | 3,6 | 100 |
| | 20-40 | 17,0 | 15,8 | 14,5 | 41,4 | 5,8 | 5,5 | 100 |
| Рілля 65 р. | 0-20 | 16,0 | 20,5 | 22,2 | 30,3 | 7,0 | 4,0 | 100 |
| | 20-40 | 19,7 | 26,1 | 22,1 | 23,7 | 5,8 | 2,6 | 100 |

* Зм-ш – змішано-шаруваті; Зм-ш (мм-гс) – перевищує Мм; Зм-ш (гс-мм) перевищує Гс; Мм – монтморилоніт; Гс – гідрослюда; К – каолінит; Х – хлорит;

Слід зазначити, що в цілинних чорноземах звичайних уміст змішаношаруватих утворень і монтморилоніту знижується з глибиною, а в орному ґрунті, навпаки, зростає. Також слід відмітити досить суттєву диференціацію (майже 10%) за вмістом змішано-шаруватих утворень, у яких переважають гідрослюди, і вмісту гідрослюд між 0-20 і 20-40-см шарами в абсолютно цілинному чорноземі звичайному.

Висновки. Визначення мінералогічного складу чорноземів типових середньосуглинкових на лесовидних суглинках Михайлівської цілини та чорноземів

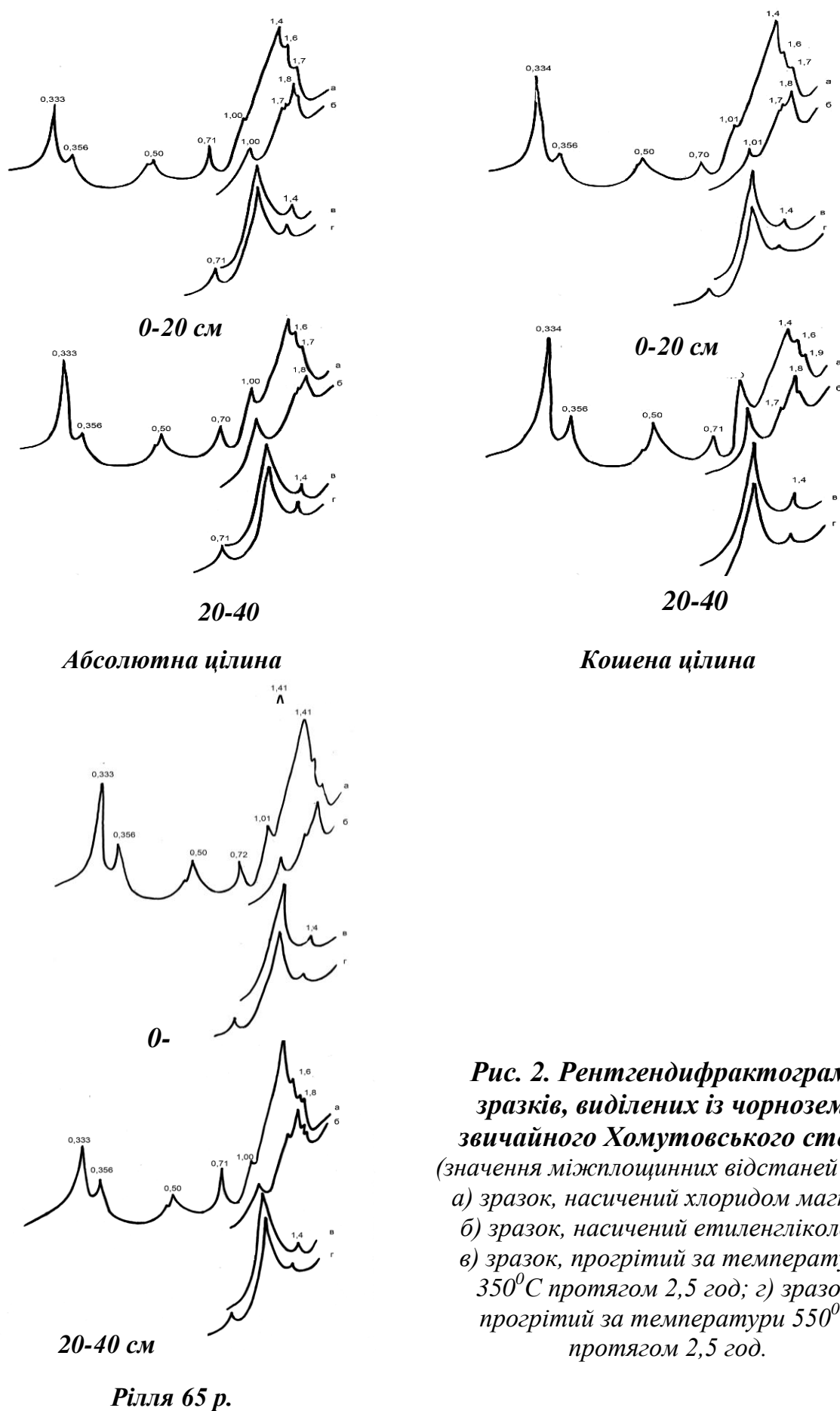


Рис. 2. Рентгендифрактограми зразків, виділених із чорнозему звичайного Хомутівського степу (значення міжплощинних відстаней у нм)
 а) зразок, насичений хлоридом магнію;
 б) зразок, насичений етиленгліколем;
 в) зразок, прогрітий за температури 350⁰С протягом 2,5 год; г) зразок, прогрітий за температури 550⁰С протягом 2,5 год.

звичайних важкосуглинкових на лесовидних суглинках Хомутовського степу засвідчили:

- мінеральна матриця чорноземних ґрунтів в основному представлена високодисперсними мінералами;
- основу мінеральної матриці складають гідрослюди, каолінит, монтморилоніт, змішано-шаруваті утворення, хлориту;
- каолінит як найбільш стійкий мінерал у корі вивітрювання і ґрунтах майже не змінюється за профілем ґрунту;
- практична відсутність високодисперсного кварцу у ґрунтах відображає дуже слабкі процеси внутрішньоґрунтового вивітрювання мінеральної частини чорноземів.

Бібліографічний список: 1. Зубкова Т.А. Матричная организация почв/ Т.А. Зубкова, Л.О. Карпачевский. – М.: РУСАКИ, 2001. – 296 с. 2. Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О. Почвенная матрица и экологические функции почвы/ Т.А. Зубкова, Л.О. Карпачевский// Грунтознавство. – 2002. – Т.3. – №3–4. 3. Троицкий Е.П. Роль минерального азота в синтезе органического вещества почва-растение/ Е.П. Троицкий// Докл. на Ломоносовских чтениях (21. 04. 1949): –Уч. зап. МГУ. – М., 1952. – Вып. 141. – С.3–13. 4. Воронин А.Д. Основы физики почв/ А.Д. Воронин. – М.: МГУ, 1986. – 244 с. 5. Гедройц К.К. Избранные сочинения/ К.К. Гедройц. – М.: Сельхозгиз, 1955. – Т.1. – 559 с. 6. Минкин М.Б. Актуальные вопросы физической и коллоидной химии почв / М.Б. Минкин, Н.И. Горбунов, П.А. Садименко. – Ростов: Ростов. ун-т. – 1982. – 280 с. 7. Вигнер Г. Избранные работы. Физико-химические исследования почв / Г. Вигнер. – М.: Сельхозгиз, 1941. – 311 с. 8. Зубкова Т.А. Каталитическая активность почвы / Т.А. Зубкова, Л.О. Карпачевский// Почвоведение. – 1979. – №6. – С.115–122. 9. Зубкова Т.А. О роли карбонатов в каталитической активности почвы / Т.А. Зубкова, Л.О. Карпачевский// Почвоведение. – 1981. – №7. – С.56–62. 10. Тихоненко Д.Г. Полугорные окислы в жизни почв и растений / Д.Г. Тихоненко // Тезисы докл. VI делег. съезда Всесоюз. общ-ва почвоведов АН СССР. – Тбилиси, 1981. – С.87–88. 11. Тихоненко Д.Г. Эволюция, систематика и использование легких почв юго-запада Русской равнины: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.03 “Агрочвоведение и агрофизика” / Д.Г. Тихоненко. – Харьков, 1983. – 41 с. 12. Тихоненко Д.Г. Микроморфологическая диагностика коллоидно-дисперсных пленок (кутанов) легких почвогрунтов Полесья УССР/ Д.Г. Тихоненко // Микроморфология – генетическому и практическому почвоведению. – Тарту, 1983. – С.183–184. 13. Визначення вмісту та якісного складу високодисперсних глинистих мінералів рентгендіфрактометричним методом за М.І. Горбуновим. МВВ 31-497058-004-2001 // Методики визначення складу та властивостей ґрунтів / ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського” УА АН /ТК з стандартизації 142 “Ґрунтознавство”. – Харків, 2004. – Кн.1. – С.17–28.

Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов

МИНЕРАЛЬНАЯ МАТРИЦА ЧЕРНОЗЕМОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АГРОЭКОСИСТЕМ

Определение минералогического состава черноземов типичных среднесуглинистых на лесовидных суглинках Михайловской целины и черноземов обыкновенных тяжелосуглинистых на лесовидных суглинках Хомутовской степи показало, что минеральная матрица черноземных почв в основном представлена высокодисперсными минералами; основу минеральной матрицы составляют гидрослюды, каолинит, монтмориллонит, смешанослойные образования, хлорит; каолинит, как наиболее устойчивый минерал в коре выветривания и в почвах, почти не изменяется по профилю почвы; практическое отсутствие высокодисперсного кварца отражает очень слабые процессы внутрипочвенного выветривания минеральной части черноземов.

Ключевые слова: чернозем, минеральная матрица, минералогический состав.

D.G. Tykhonenko, V.V. Degtyarov

MINERAL MATRIX OF BLACK EARTHS NATURAL AND AGROECOSYSTEMS

Determination of mineralogical composition of black earths of typical medium loamy on the loesslike loams of Mikhaylovskoy virgin soil and black earths of usual heavy loamy on the loesslike loams of Khomutovskoy steppe that showed that the mineral matrix of chernozem soils consists mainly of highly dispersed minerals; basis of the mineral matrix are hydromica, kaolinite, montmorillonite, mixed-layer formation, and chlorite; kaolinite as the most stable mineral in the crust of weathering and soils, is almost unchanged in the soil profile; the virtual absence of fine-quartz reflects the very weak processes of weathering of the mineral part of chernozems.

Keywords: black earth, mineral matrix, mineralogical composition.