

ҐРУНТОЗНАВСТВО

УДК 631.43

КРИТЕРІЇ ФІЗИЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ

В.В. Медведєв¹, А. Словінська-Юркевіч², М. Брик², О.М. Бігун¹¹ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»²Інститут ґрунтознавства та охорони довкілля, 20-950, Польща, м. Люблін,

вул. Академічна, 13

(vmedvedev@ukr.net)

Фізична деградація переважно є наслідком тривалого механічного обробітку ґрунту, в процесі якого формуються анізотропні і менш (порівняно з цілиною) агрономічно корисні структура і поровий простір, утворюються брили і кірка, посилюється неоднорідність ґрунту у горизонтальному і вертикальному напрямках. Характерними ознаками фізичної деградації є, крім того, домінування преференційних низхідних і висхідних потоків вологи, гальмування процесів агрегації, а також помітні зміни режимів ґрунту впродовж вегетації рослин через релаксаційні процеси в оброблюваному шарі.

Ключові слова: фізична деградація, структура, будова і поровий простір ґрунту

Вступ. Для багатьох країн, де землеробські технології характеризуються високим механічним навантаженням на ґрунт і домінуванням інтенсивного обробітку, ґрунтам властива фізична деградація, що, крім переущільнення підорного шару, проявляється у знеструктуренні, кіркоутворенні, погіршенні водно-повітряного режиму й в інших негативних процесах, які суттєво погіршують агрономічні властивості ґрунтів, і, більше того, призводять до екологічних й економічних несприятливих наслідків (забрудненню водоймищ, рік, сільськогосподарської продукції, зниженню врожаїв).

Мета роботи. У статті викладено результати досліджень двох наукових колективів, що тривалий час вивчали фізичні властивості ґрунтів в умовах сільськогосподарського використання, й ознаки деградації, яких набули ґрунти з цієї причини. У дослідженнях застосовували різноманітні методи, у тому числі мікроморфологічний. У результаті було випробувано багато критеріїв оцінки фізичного стану ґрунтів. Узагальненню отриманого матеріалу й виявленню оцінок фізичної деградації й присвячено статтю.

У статті використано раніше надруковані роботи українських [1 – 4] і польських [5 – 8] дослідників, а також роботи, що виконано разом [9, 10].

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктами у дослідженні були чорноземні ґрунти України й опідзолені ґрунти Польщі переважно суглинкового гранулометричного складу. Як варіанти використано цілину, багаторічну ріллю, моделі з випробуванням тиску на ґрунт машинно-тракторних агрегатів різної маси, лізиметри для вивчення пересування вологи в профілі ґрунту, вегетаційні й мікропольові досліді з вивчення впливу щільності й структури ґрунту на розвиток рослин, транспірацію й випаровування вологи. Неоднорідність ґрунтів вивчали шляхом закладення на полі рівномірної мережі елементарних ділянок.

Супутніми показниками у дослідженнях були структурний склад, щільність будови, основні водно-фізичні константи, водопроникність. В орієнтованих шліфах вимірювали основні параметри структурних агрегатів і порового простору. Застосовували загальноприйняті в Україні й Польщі методи.

Результати досліджень. *Анізотропність структури й порового простору.* У процесі тривалого впливу на ґрунт ґрунтообробних робочих органів змінюється розмір, форма й поровий простір агрегатів. Якщо цілині найчастіше властива ізотропна (або близька до неї) будова, за якої властивості ґрунту майже не залежать від напрямку - вектора, то для ріллі характерна анізотропна будова, властивості якої розрізняються залежно від обраного напрямку. Ілюстрацією цього факту є результати вимірювання ґрунтових агрегатів і порового простору у шліфах, виготовлених у двох орієнтаціях – горизонтальній та вертикальній (табл. 1). Анізотропність будови, як це логічно припустити, обумовлена анізотропністю розмірів структурних грудочок.

1. Мікроморфометричні дослідження структури й видимої пористості ґрунтів цілини й ріллі в орієнтованих шліфах (середнє з 25 об'єктів, шар 0-20 см)

Ґрунт	Тип використання	Розмір грудочок, що переважають у ґрунті, мм	Сумарна видима пористість (більше 15 мкм), % від площі шліфа	
			у горизонтальній орієнтації	у вертикальній орієнтації
Чорнозем типовий середньосуглинковий	переліг	2,0 x 3,0 x 0,8	28	30
	рілля	1,0 x 1,5 x 0,7	33	20
Чорнозем звичайний важкосуглинковий	переліг	1,5 x 2,0 x 1,5	27	27
	рілля	1,2 x 1,0 x 0,9	21	15
Чорнозем південний слабосолонцюватий легкоглинистий	цілина	0,5 x 0,5 x 0,5	11	9
	рілля	0,4 x 0,4 x 0,3	40	16

В агрегатах ріллі, як правило, відсутня майже обов'язкова для агрегатів цілини облямівка гуматною (найвірогідніше гідрофобною, що додає йому додаткової стійкості) плівкою, різко зростає рельєфність, деформованість, а разом з цим знижується досконалість їхніх поверхонь. Коефіцієнт оформленості агрегатів (за типом коефіцієнта окатаності гальок Уейделла-Кухаренко за Атласом текстур і структур осадових порід [11]) для агрегатів оброблюваних шарів досягає 0,15-0,30, а в чорноземі південному – нижче 0,10 проти 0,40-0,50 на цілині, за максимального еталонного значення 0,90. Значно змінюються порядковість агрегатів і співвідношення агрегатів високого й низького порядків.

За обробітку порушується характерна для цілини стабільність порового простору, зменшується довжина пор однакового діаметра. Пори заповнюються мікроагрегатами й дрібнодисперсним неагрегованим матеріалом. В оброблюваному шарі формуються два типи скупчень агрегатів: індивідуальні відособлені й штучно зближені. За обробітку відбувається різке розпушення окремоностей, їх руйнування (у шліфі в цій фазі виявляється велика кількість пор і окремих макро- і мікроагрегатів), далі окремоності зближаються по вертикальній осі, щільність швидко наростає й формуються макроагрегати. Характерними є зміни будови агрегатів у процесі відновлення рівноважної щільності: зростає

їхня порядковість внаслідок агрегації неагрегованого матеріалу, поліпшується оформленість (очевидно, у результаті росту коріння травянистих рослин і діяльності ґрунтової фауни).

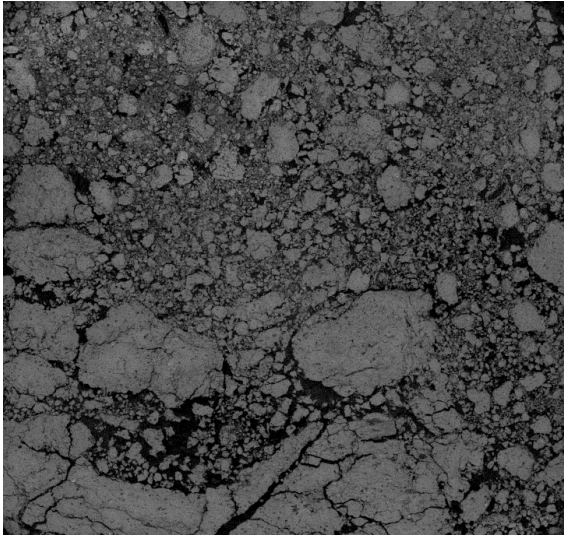
За обробітку різко зростає кількість міжагрегатних пор (звичайно пори розміром 15-20 мкм), які навіть за зволоження, яке дорівнює найменшій вологості (28-32 % від маси ґрунту) не можуть утримати капілярну вологу (розрахунок за формулою Жюрена). Пори такого розміру характеризуються високою вологопровідністю (саме тому усмоктування вологи на ріллі у перші години спостережень, істотно вище, ніж на цілині). Вода в них не затримується: вона або стікає у нижчі шари ґрунту, або випаровується. Цінність таких пор у забезпеченні рослин вологою невелика. Їхня роль зводиться до сприйняття опадів і здійснення процесів газообміну з атмосферою. Якщо виходити з того, що оптимальне співвідношення між- і внутрішньоагрегатних пор повинно наближатися до одиниці [12], то отримані співвідношення вказують на надлишкову кількість міжагрегатних пор у всіх досліджених чорноземах навіть на цілині, при цьому обробіток ще більше погіршує їхнє співвідношення. Важливо підкреслити, що чим вище порядковість агрегатів, тим більше вони містять внутрішньоагрегатних обводнених пор, де відбувається водно-мінеральне живлення рослин.

У процесі релаксації (відновлення модальної щільності, характерної для цілини) анізотропність зберігається. Безпосередньо після обробітку різко зростає видима пористість у шліфах, причому її розмір у горизонтальному напрямку істотно перевищує розмір за вертикального напрямку. Надалі, в міру осідання піднятого плугом шару ґрунту, пористість падає, але розходження у видимій пористості у горизонтальному і вертикальному напрямках не зменшуються. Більше того, у давньоорному ґрунті часточки зруйнованих агрегатів накопичуються в горизонтальних порах, кольматуючи їх. У результаті в рівноважному стані орні ґрунти, що характеризуються підвищеною анізотропністю, порівняно із цілиною (перелогом), мають більш високу варіабельність водно-фізичних властивостей. У той же час вертикальні пори відносно чисті. Саме цими порами пересуваються преференційні (турбулентні, хаотичні) потоки вологи, які можуть проникнути в глиб ґрунту, не взаємодіючи з ним.

Анізотропність досить добре корелює з вологостійкістю ґрунтових агрегатів. Чим вона вища, тим вища рухомість дрібнодисперсної органічної й мінеральної частин ґрунту й нижча вологостійкість агрегатів.

Виразні зміни будови спостерігаються за проходження ґрунтом тракторів, причому зі збільшенням їхньої маси зростає щільність окремих агрегатів і в цілому щільність будови ґрунту (рис. 1, [5, 6]). За тривалої оранки, як показують численні виміри на різних ґрунтах України, твердість може перевищити 35-40 кгс/см² у плужній підшві й у більш глибоких шарах, що істотно обмежує глибину кореневмісної зони [13].

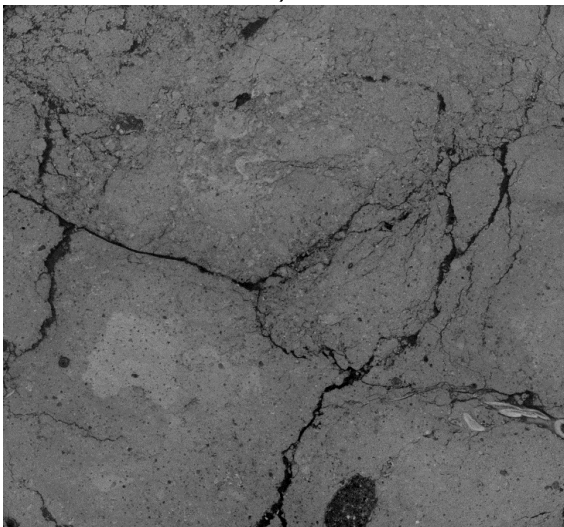
Горизонтальна і вертикальна неоднорідність. Важливою особливістю оброблюваного ґрунту порівняно із цілиною є зростання її неоднорідності (як це ми помітили за результатами мікроморфологічних спостережень) в горизонтальному напрямку. Для доказу цього наведемо результати вивчення просторової неоднорідності вмісту в ґрунті загального гумусу (приклад помірно варіабельного показника) і рухомого фосфору (показник підвищеної варіабельності) на цілинній і орній ділянках (табл. 2).



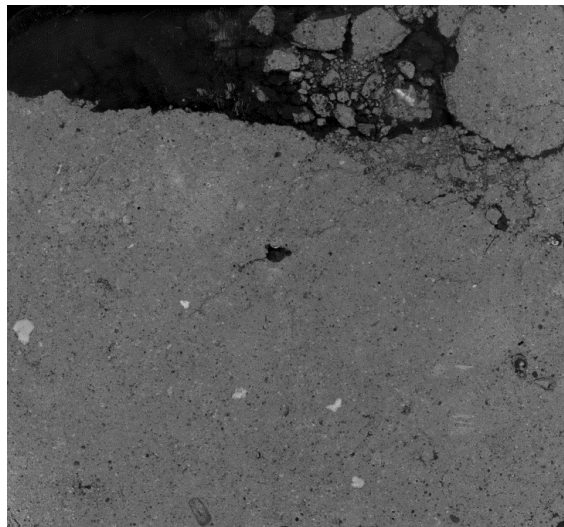
а)



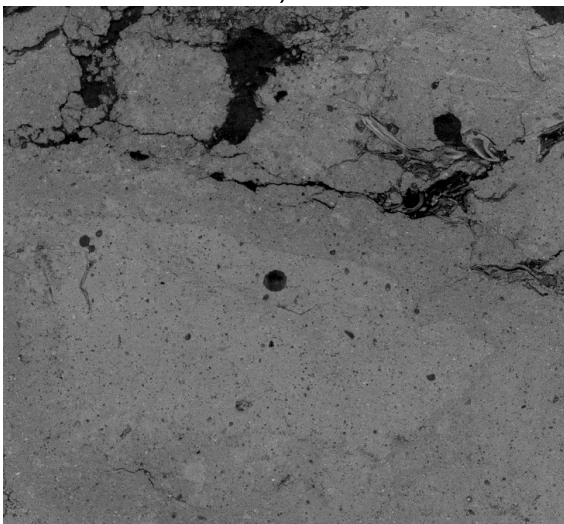
б)



в)



г)



д)

*а – контроль;
б – один прохід легкого трактора;
в – один прохід важкого трактора;
г – три проходи важкого трактора;
д – вісім проходів важкого трактора*

Рис. 1. *Зміна будови опідзоленого ґрунту Польщі після проходів тракторів (шліфи)*

2. Просторова варіабельність вмісту гумусу й рухомого фосфору на цілині й ріллі у чорноземі типовому, шар 0-20 см (Сумська область)

Показник	Коефіцієнт просторової варіабельності	
	Абсолютно заповідна цілина	Рілля понад 100 років використання
Вміст загального гумусу	0,08	0,12
Вміст рухомого фосфору	0,09	0,56

З наведених даних стає ясным, що помірна просторова неоднорідність, очевидно, характерна для чорноземного типу ґрунтоутворення у природних умовах, зростає за сільськогосподарського використання ґрунтів. Вона не тільки не усувається багаторічним обробітком і внесенням добрив, але навіть підсилюється. Останнє, зокрема, також доведено в роботі англійських дослідників, що використовували як об'єкт земельну ділянку, що піддавалась обробітку й внесенню добрив понад 150 років [14]. Причину, як здається, було встановлено шляхом поєднання карт рельєфу ділянки з картами вмісту рухомих поживних елементів. Ця операція, яка, як відомо, називається кокригінгом, показала майже повне співпадіння контурів [15].

Тривала оранка ґрунтів підсилює (порівняно із цілиною) часову й просторову неоднорідність ґрунтів. Вона проявляється у формуванні специфічних горизонтального і вертикального профілів. Для горизонтального профілю характерним є підвищення рівноважної щільності в знижених елементах рельєфу й на краях полів. Для вертикального профілю – акумулювання щільності в підорному шарі й поступове її просування у глиб кореневмісного шару (рис. 2, [16]). Релаксація не усуває неоднорідності будови. Процеси оглинення, лесиважу й опідзолення також підсилюють просторову неоднорідність. Зростання неоднорідності орного ґрунту є передумовою для розвитку точного землеробства.

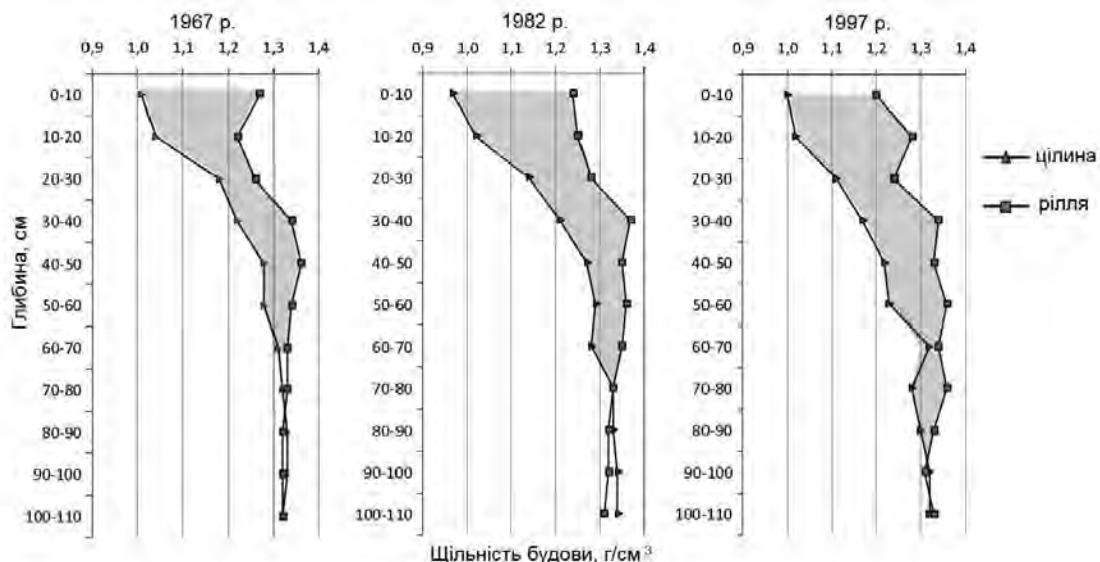


Рис. 2. Поступове просування переущільнення у глиб профілю чорнозему південного в умовах тривалої оранки (g/cm^3)

Консолідація. Істотна особливість орного, особливо зрошуваного, ґрунту полягає у виразному прояві пластичної деформації, що є причиною підвищеної консолідації ґрунтової маси. Нагадаємо, що під консолідацією розуміють ущільнення ґрунту, за якого відбувається не тільки зменшення пористості (ця

стадія називається власне ущільненням), але й видавлювання вологи із внутрішньоагрегатних проміжків [17]. Так, щільність окремих структурних агрегатів чорнозему південного розміром 5-3 мм на цілині становить 1,50, на ріллі – 1,60, а за зрошення – 1,68 г/см³. Фактично мова тут уже йде про утворення надщільного ґрунту, у якому створюється дуже висока щільність упакування мікроагрегатів за рахунок їхньої взаємної орієнтації [18].

Гальмування процесів агрегації. За тривалої оранки структурний склад досліджених чорноземів значно змінюється (табл. 3). Достовірне зниження вмісту в орному шарі, порівняно з тією ж глибиною цілини, агрегатів агрономічно корисного розміру (10-0,25 мм) супроводжується одночасним збільшенням вмісту брил (>10 мм). Розпилення ґрунту при цьому менш виражено.

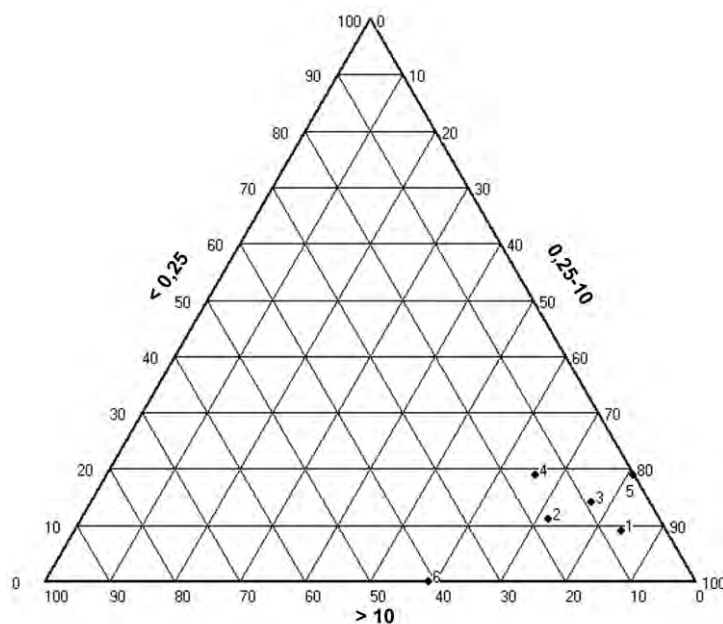
3. Структурно-агрегатний склад цілинних і орних чорноземів

Ґрунт, тип використання		Шар ҐРУНТУ, см	Кількість агрегатів за сухого просіювання (%), розміром (мм)			Коефіцієнт структур- ності	Кількість агрегатів за мокрого просіювання (%), розміром (мм)		Коефіцієнт водо- стійкості
			>10	10- 0,25	<0,25		>3	<0,25	
Чорнозем типовий	цілина	4-14	7	84	9	5,9	9	65	0,7
	рілля	0-25	17	72 ¹⁾	11	2,5	1	46 ²⁾	0,5
Чорнозем звичайний	переліг	4-14	9	77	14	3,3	4	41	0,5
	рілля	0-25	15	66 ¹⁾	19	2,0	0	23 ²⁾	0,2
Чорнозем південний	цілина	12-22	0	81	19	4,0	2	53	0,7
	рілля	0-25	41	59 ²⁾	0	1,4	0	24 ²⁾	0,3

¹⁾ Різниця достовірна за рівня ймовірності 0,90
²⁾ Так само за рівня 0,95

Коефіцієнт структурності, розрахований за відношенням вмісту суми агрегатів розміром від 10,00 до 0,25 мм до суми пилюватих і брилистих структур, знижується в 1,6-2,9 раза. Описані особливості структурного складу чорноземів на цілині й ріллі наочно відбиваються на трикутнику (рис. 3), де структурність оцінюється всього лише однією точкою замість громіздкої таблиці. Точки цілини концентруються в правому нижньому куті трикутника, тому що тут максимальний вміст корисної структури й мінімальна кількість брил. Зліва від них розташовуються точки ріллі внаслідок помітного зниження вмісту корисної структури й збільшення вмісту брил.

Зниження вмісту в орних ґрунтах гумусу й кальцію неминує гальмує процеси агрегації. Якщо розрахувати, скільки доводиться агрегатів агрономічно корисного розміру і яка їх водостійкість на 10 % фізичної глини на цілині й ріллі, тобто, своєрідний норматив агрегації для умов спрощеної лінійної моделі, то буде знайдено істотну різницю. Для чорноземів типових і звичайних суглинкового гранскладу відповідно 1,75 і 1,60 для структурних агрегатів



1,2 – відповідно цілина й рілля чорнозему типового,
3,4 – те ж чорнозему звичайного, 5,6 – те ж чорнозему південного

Рис. 3. Структурний склад (сухе просівання) верхнього шару чорноземних ґрунтів (вміст у %, розмір окремої частини у мм)

розміром від 10,0 до 0,25 мм і 1,60 і 1,00 – для водостійких агрегатів крупніше 0,25 мм. Відповідні матеріали ми одержали, скориставшись експериментами, узагальненими в роботі В.В.Медведева [2]. Із цих результатів виходить, що в результаті тривалого обробітку помітно гальмується утворення структури й ще істотніше знижується її якість.

Водостійкість агрегатів. Характерним є різке зниження водостійкості агрегатів ріллі, причому на цьому тлі практично зникають водостійкі агрегати крупніше 3 мм. Можна стверджувати, що це є наслідком втрати органічної речовини. Адже в чорноземі типовому вміст загального гумусу у верхньому шарі (0-10 см) знижується з 7,76 до 4,58, а в чорноземі південному – з 4,39 до 3,22 % [2].

Механічна міцність агрегатів. При дослідженні механічної міцності агрегатів був використаний розроблений нами метод струшування й просіювання певної наважки ґрунту протягом 1 год на електричному ситовому ротаторі. Швидкість руйнування агрегатів цілини й ріллі неоднакові. Перші руйнувалися відносно рівномірно, і до кінця першої години спостережень їхній розпад був дуже малий. Другі значно швидше руйнувалися спочатку, і їхній розпад нерідко тривав протягом усього періоду струшування.

Водопроникність і водоутримна здатність. Відразу після обробітку чорнозем у максимально розпушеному стані характеризується високою водопроникністю (середнє за 6 год спостережень 120-142 мм/год); у стані рівноважної щільності водопроникність знижується більш ніж у 2 рази (50-62 мм/год). На цілинних ділянках водопроникність відносно стабільна (65-93 мм/год). Таким чином, тривала оранка чорноземних ґрунтів змінює їх водоутримну здатність порівняно із цілиною. Розходження найбільш істотні в інтервалі низьких тисків ґрунтової вологи. Якщо оранка супроводжується нагромадженням дрібних агрегатів, потенційна водоутримна здатність ріллі, порівняно із цілиною, різко зростає, однак стійкість цього запасу доступної

вологи в ґрунті невисока, зі збільшенням тиску вологи її вміст швидко падає. Поровий простір давньої ріллі, очевидно, може поступово трансформуватися від бімодальної до модальної будови, що характеризується перевагою (за рівноважної щільності) малих пор.

Глибина кореневмісного шару і морфологічні ознаки коренів. Через стійке збільшення рівноважної щільності, появу плужної підшви, активізацію ерозійних процесів і інші причини глибина кореневмісного шару у довготривалій ріллі (порівняно з цілинним аналогом) зменшується, суттєво змінюються поглинальні морфологічно важливі характеристики коренів, погіршується коренепроникність структурних агрегатів і, в цілому, знижується біопродуктивність рослин [3, 19, 20].

Крім цього, тривала оранка чорнозему вірогідно знижує вміст і істотно збільшує мобільність органічної речовини. Це в більшій мірі відбивається на міцності макроагрегатів, чим мікроагрегатів, і є причиною зміни фізичних властивостей і режимів [2].

Отже, тривала оранка чорноземів призводить до глибоких змін у їхній структурі, будові, процесах мікро- і, особливо, макроагрегації, фізичних і водних властивостях. Найбільш важливим представляється майже відсутній на цілині своєрідний пульсаційний процес зміни основних компонентів будови, за якого в ґрунті відразу після обробітку різко збільшується повітроємність, зменшується частка твердої фази в одиниці об'єму, а згодом, за рахунок релаксаційних процесів, відбувається відновлення рівноважної щільності до більш високого рівня, ніж на цілині. Наслідком цього є, імовірно, такий самий пульсаційний хід усіх інших процесів, функціонально пов'язаних із щільністю будови ґрунту. У результаті орний чорнозем помітно відрізняється за фізичними параметрами від цілини.

Не менш важливими є зміни хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей, з яких потрібно підкреслити вміст гумусу та його якість, реакцію ґрунтового розчину, ємність поглинання, співвідношення обмінних катіонів, мікробний пул і мікробіологічну активність. Про правомірність висловлених міркувань можна судити з великої кількості різноманітних публікацій, наприклад, з фундаментального узагальнення, виконаного за редакцією В.А.Ковди та О.М.Самойлової «Русский чернозем. 100 лет после В.В. Докучаева» [21].

Преференційні потоки вологи (або провальна фільтрація великими порами) формуються в давньооброблюваному ґрунті за рахунок присутності в ньому брилистих окремоностей. Добре відомо, що навіть невелике відхилення вологості в момент обробітку від вологості фізичної спільності призводить до утворення брил. Саме тому понад 82% орних ґрунтів країни утворюють брили, причому близько 12% ріллі схильні до цього в значній мірі [2]. Географічно – це солонцюваті ґрунти сухого Степу, Вінницький острів еродованих сірих опідзолених ґрунтів, оглеєні ґрунти Передкарпаття й Закарпаття, а також повсюдно багато регіонів Лісостепу й Степу. Це явище характерно майже для всіх ґрунтів, крім піщаних і супіщаних різновидів. У Степу України, де час перебування ґрунту в стані фізичної спільності дуже нетривалий, імовірність утворення брил за обробітку значно зростає.

Саме за рахунок брил волога атмосферних опадів великими порами провалюється вглиб профілю. Як показують порівняльні дослідження фільтраційної здатності різних структурних фракцій, для майже миттєвого спадного пересування вологи потрібні всього лише невелика кількість брил і, відповідно, – великих пор [22]. Причому, якщо в оброблюваному шарі

преференційні потоки формуються за рахунок брил, то в глибині профілю – за рахунок великих пор біологічного походження [4, 23]. У дослідженнях підтверджено експонентний зв'язок, тобто, багаторазове наростання фільтрації, як тільки в ґрунті з'являється лише невелика кількість брил [24].

Цілком обґрунтовано до преференційних можна віднести й висхідні потоки вологи, які призводять до непродуктивних втрат продуктивної вологи в результаті процесів фізичного випаровування. І знову-таки цьому сприяють брили в поверхневому шарі [2, 3]. Отже, під впливом тривалого механічного обробітку й майже неминучого знеструктурення ґрунту його водний режим погіршується – за рахунок спадних (за межі кореневмісного шару) і висхідних (у результаті посилення випаровування) водних потоків.

За допомогою проведеного польового моделювання процесів інфільтрації у чорноземі різного господарського використання із використанням лізиметрів чарункового типу виявлено високу просторову варіабельність у вертикальному (низхідному) перенесенні вологи в орному варіанті ґрунту; через послаблення здатності ґрунту до відновлення модальних параметрів агрофізичних властивостей помічено збільшення частки грубих преференційних потоків у давньоорному чорноземі (рис. 4, [4]).

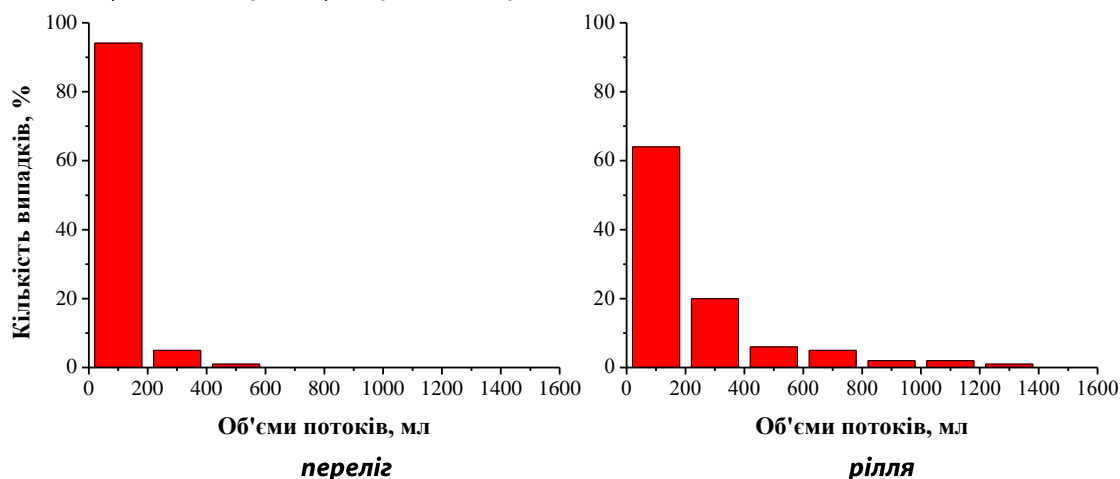


Рис. 4. Частка преференційних потоків різного об'єму у профілі чорнозему різного господарського використання, %

Є також чимало непрямих підходів для визначання необхідних параметрів, точніше, їхніх критичних величин, що свідчать про настання деградації ґрунтів. Наприклад, якщо в чорноземному ґрунті середнього й важкого гранулометричного складу фактор дисперсності Н.А. Качинського дорівнює 8-10 і більше, зі 100-процентною ймовірністю можна стверджувати про наявність фізично деградованого ґрунту, з дуже слабкою структурою і явною схильністю до ерозійних процесів. Про це ж свідчить високий коефіцієнт згасання водопроникності (співвідношення швидкості надходження вологи в ґрунт у першу та останню години спостережень).

Оборотність і необоротність властивостей ґрунтів. Оборотно́сть – важлива властивість ґрунту, що означає його здатність відновлювати характерні для певного ґрунту модальні (найбільш імовірні для даних місцевих умов) параметри після зняття механічного або хімічного навантаження. Є всі підстави думати, що ґрунт, що розорується довгостроково, втратив свою оборотно́сть, тому що нові параметри стали стійкими. Фактично такий ґрунт придбав інший

морфологічний профіль, інші властивості й режими. Правда, точніше, нові ознаки потрібно назвати квазістійкими, тому що, якщо орний ґрунт вивести з ріллі й ренатуралізувати на досить тривалий термін, його властивості відновлюються. Про це свідчать спостереження властивостей чорноземних ґрунтів, що перебували протягом 20-25 років в умовах перелогу [2]. На користь цієї ж можливості свідчать спостереження за ґрунтом, що побував протягом такого ж часу в умовах нульового обробітку [25]. У такому ґрунті практично відсутні активні ерозійні прояви й інші ознаки деградації. От чому так важливо давньоорні ґрунти, що набули явних ознак деградації й втратили господарську цінність, вивести з ріллі. Це буде надзвичайно важливий крок до оздоровлення ґрунтів і навколишнього природного середовища.

На завершення наведемо усереднені дані порівняльних спостережень за властивостями ґрунтів цілини і давньої ріллі з використанням методичних підходів, позначених у статті (табл. 4).

4. Усереднені фізичні параметри цілинного (природного) і давньоорного (деградованого) чорнозему типового середньосуглинкового (Сумська область) у шарі 0-30 см

Параметр, одиниця виміру	Природний ґрунт	Деградований ґрунт
Структура:		
брилистість (>10 мм), %	5-7	18-20
агрономічно корисні агрегати (10-0,25 мм), %	80-85	50-60
пил (<0,25 мм), %	8-10	14-16
коефіцієнт водостійкості	0,7-0,8	0,5
механічна міцність агрегатів, %	92	66
Щільність будови:		
під час сівби ярих культур, г/см ³	1,0-1,1	1,1-1,2
рівноважна, г/см ³	1,1-1,2	1,2-1,3
Уміст гумусу, %	6,3	4,6
Водопроникність за рівноважної щільності:		
за 6 годин, мм/год	65-70	50-52
коефіцієнт загасання	1,1-1,2	3,5-4,0
Фактор дисперсності, %	4,0	7,5
Ґрунтово-гідрологічні константи за рівноважної щільності, %:		
ВЗ	11,0-11,5	12,0-12,5
ВРК	16,0-17,0	18,0-19,0
НВ	25,0-26,0	24,0-25,0
ДАВ	9,0	6,0
Мікробудова агрегатів і пор:		
коефіцієнт оформленості	0,40-0,50	0,10-0,25
порядковість	5-6	2-3
співвідношення агрегатів високого й низького порядків	15:5	10:10
кількість неагрегованого матеріалу в порах, %	8	32

Таким чином, ми констатуємо: всі давньоорні ґрунти внаслідок невірноваженого балансу речовин і енергії, порівняно з їхніми природними аналогами, деградовані. Квазірівноважний стан, що настає в орному шарі через деякий час після оранки цілини [26], швидше за все, не відповідає дійсності. Точніше, як здається, швидкі темпи погіршення властивостей ґрунту

безпосередньо після оранки (наприклад, дегуміфікація) змінюються більш повільними. Рівноважного стану ґрунтів на тлі від'ємного балансу речовин і енергії досягти неможливо.

Деградовані ґрунти не здатні формувати якісний посівний шар, ефективно використовувати вологу атмосферних опадів, внесені туки, на них значно зростає ризик ерозії, посухи, інших небезпечних явищ. Деградовані ґрунти не можна використовувати як природні, вони потребують особливої уваги, більш ретельного контролю, виділення на картах, а також адекватних заходів щодо поліпшення.

Висновки. На підставі порівняльного вивчення цілинних (перелогових) і орних ґрунтів, запропоновано критерії, які можуть бути використані для діагностики їхньої фізичної деградації:

- поступова трансформація структурних одиниць і порового простору від ізотропної до анізотропної будови;
- гальмування процесів агрегації, що супроводжується нагромадженням брил, зменшенням вмісту агрономічно корисної структури, погіршенням її водостійкості й механічної міцності;
- ущільнення будови, стійке зростання рівноважної щільності й виникнення консолідованих агрегатів зі зменшеними розмірами усередині агрегатних пор;
- погіршення агрономічно важливих морфологічних ознак коренів, коренепроникності агрегатів, біопродуктивності рослин;
- посилення неоднорідності ґрунтового покриву, що проявляється у формуванні специфічних горизонтальних (з ущільненням на краях полів і в знижених елементах рельєфу) і вертикальних (з формуванням плужної підшви, що поступово заглиблюється) профілів;
- поява спадних і висхідних преференційних потоків води;
- виражені релаксаційні процеси, що супроводжуються пульсаційною зміною властивостей і режимів у період від обробки до формування квазірівноважного стану.

Список використаної літератури

1. *Медведев В.В.* Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев. – М. : ВО «Агропромиздат», 1988. – 160 с.
2. *Медведев В.В.* Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана) / В.В. Медведев. – Х. : Изд. «13 типография», 2008. – 406 с.
3. *Медведев В.В.* Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В.В. Медведев, Т.Е. Лындина, Т.Н. Лактионова. – Х. : Изд. «13 типография», 2004. – 244 с.
4. *Бігун О.М.* Взаємодія ґрунту та його структурних компонентів з вологою як критерій фізичного стану чорнозему : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.03 / Бігун Оксана Миколаївна. – Х., 2013. – 156 с.
5. *Domżał H.* Wpływ korzeni lucerny (*Medicago varia* Martin) na strukturę gleby silnie zagęszczonej. Cz. I. Analiza morfologiczna / H. Domżał, A. Słowińska-Jurkiewicz, J. Pranagal // *Fragmenta Agronomica*. – 1997. – vol. 56, № 4. – P. 57 – 67.
6. *Domżał H.* Wpływ korzeni lucerny (*Medicago varia* Martin) na strukturę gleby silnie zagęszczonej. Cz. II. Analiza morfometryczna / H. Domżał, A. Słowińska-Jurkiewicz, J. Pranagal // *Fragmenta Agronomica*. – 1997. – vol. 56, № 4. – P. 68 – 76.
7. *Słowińska-Jurkiewicz A.* Wpływ zabiegów agrotechnicznych na strukturę gleby pylowej – ocena morfometryczna macroporow / A. Słowińska-Jurkiewicz, B. Kolodziej, M. Bryk // *Annales UMCS*. – 2004. – vol. 59, № 1, Sec. E. – P. 329-335.
8. *Bryk M.* Changes of pore orientation in soil lessive caused by tillage measure / M. Bryk, A. Słowińska-Jurkiewicz, B. Kolodziej // *Annales UMCS*. – 2005. – vol. 60, Sec. E. – P. 229 – 236.
9. *Bryk M.* Morphometrical structure evaluation on long-term manured Ukrainian chernozem / M. Bryk, A. Słowińska-Jurkiewicz, V.V. Medvedev // *International Agrophysics*. – 2012. – vol. 26. – P. 117 – 128.

10. *Медведев В.В.* Физическая деградация почв, ее диагностика, ареалы распространения и способы предотвращения / В.В. Медведев, А. Словинська-Юркевич, М. Брик // *Грунтознавство*. – 2012. – т. 13, № 1-2. – С. 5 – 22.
11. *Атлас текстур и структур осадочных горных пород*. Ч.1. Обломочные и глинистые породы / под ред. А.В. Хабакова. – М. : Гос. научн. - техн. изд-во литературы по геологии и охране недр, 1963. – 578 с.
12. *Дояренко А.Г.* Избранные сочинения / А.Г. Дояренко. – М. : Изд. с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. – 495 с.
13. *Медведев В.В.* Твердость почвы / В.В. Медведев. – Х. : Изд. «13 типография», 2009. – 152 с.
14. *Godwin R. J.* Precision farming cereals. Practical guidelines and crop rotation / R. J. Godwin, R. Earl, C. Taylor et al. // Project 267. Home-Grown Cereals Authority. – London, 2002. – 43 p.
15. *Медведев В.В.* Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Введение в проблему / В.В. Медведев. – Х. : Изд. «13 типография», 2007. – 300 с.
16. *Медведев В.В.* Физическая деградация черноземов / В.В. Медведев. – Х. : Изд. «Городская типография», 2013. – 326 с.
17. *Horn R.* Prediction of the mechanical strength and ecological properties of subsoils for a sustainable landuse / R. Horn, H. Fleige // *Proceedings of the workshop «Experiences with the impact of subsoil compaction»*. – Uppsala. Sweden, 2000. – P. 109 – 121.
18. *Медведев В.В.* Влияние орошения на изменение физических и физико-механических свойств черноземных почв / В.В. Медведев, В.Г. Цибулько // *Мелиорация почв Русской равнины*. – М. : Наука, 1982. – С. 81 – 87.
19. *Булыгин С.Ю.* К методике определения степени эродированности почв на склонах / С.Ю. Булыгин, Н.М. Бреус, Т.А. Семиноженко // *Почвоведение*. – 1998. – № 6. – С. 714 – 718.
20. *Дегтярьов В.В.* Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України / В.В. Дегтярьов. – Х. : Майдан, 2011. – 359 с.
21. *Русский чернозем – 100 лет после Докучаева* / под ред. В.А. Ковды, Е.М. Самойловой. – М. : Наука, 1983. – 302 с.
22. *Медведев В.В.* Вплив структури ґрунту на фільтраційну здатність / В.В. Медведев, Т.М. Лактіонова, Л.Г. Почепцова // *Вісник аграрної науки*. – 2003. – № 3. – С. 5 – 8.
23. *Медведев В.В.* Особенности формирования вертикальных водных потоков в черноземе типичном / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова, Л.Г. Почепцова та ін. // *Вісник ХНАУ*. – 2003. – №1. – С. 37 – 43.
24. *Основы агрофизики* / под ред. А.Ф. Иоффе и И.Б. Ревута. – М. : Физматгиз, 1959. – 904 с.
25. *Медведев В.В.* Нульовий обробіток ґрунту в європейських країнах / В.В. Медведев. – Х. : ТОВ «ЕДЕНА», 2010. – 202 с.
26. *Чесняк О.А.* Динамика питательных веществ и микробиологические процессы в мощном черноземе при длительном его сельскохозяйственном использовании / О.А. Чесняк, Г.Я. Чесняк, В.И. Захарова // *Труды Харьковского СХИ им. В.В.Докучаева*, 1966. – т. 49. – С. 17 – 24.

Стаття надійшла до редколегії 25.06.2013

CRITERIA OF SOILS PHYSICAL DEGRADATION

V.V. Medvedev¹, A. Słowińska-Jurkiewicz², M. Bryk², O.M. Bihun¹

¹**NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»**

²**Institute of Soil Science, Environment Engineering and Management, Lublin, Poland**

(vvmedvedev@ukr.net)

Physical degradation mainly is consequence of long soil tillage during which anisotropic and less (compared with a virgin soil) agronomical useful structure and pore space are being formed, blocks and crust are being formed, heterogeneity of soil in horizontal and vertical directions is being amplified. The characteristic features of physical degradation are, besides domination of preferential descending and ascending streams of a moisture, braking of processes of aggregation, and also appreciable changes of soils modes during the plants vegetation through the relaxation processes in a plowing layer.

Key words: *physical degradation of soils, structure, bulk density, soil pore space*