

ДЕГУМІФІКАЦІЯ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

С. М. Крамарьов¹, Л. П. Бандура¹, І. О. Зайцева¹, О. С. Крамарьов²

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49000, Україна

²ДУ Інститут зернових культур НААН України, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

Актуальність обумовлена необхідністю вирішення проблеми активізації негативного впливу у результаті інтенсивної виробничої діяльності у аграрній сфері на зональний підтип ґрунту чорнозем звичайний. У північній підзоні Степу України у чорноземі звичайному під впливом тривалої дії на нього антропогенного чинника спостерігаються суттєві зміни за всіма агрохімічними показниками, особливо за вмістом в ньому гумусу. **Мета.** Узагальнити дослідження вивчення чорноземів у історичному розвитку, надати оцінку змін вмісту гумусу, які відбулися в чорноземі звичайному під дією тривалого впливу антропогенного чинника, шляхом порівняння його вмісту в ґрунті порівняно з цілиними ділянками та розробка наукових рекомендацій щодо проведення агрохімічних заходів збереження родючості ґрунту і призупинення втрати гумусу. **Матеріали та методи.** Багаторічні дослідження проводили на експериментальній базі ДУ Інституту зернових культур НААН України – Ерастівській дослідній станції і навчально-науковому центрі Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Аналітичні дослідження відібраних зразків ґрунту виконувались за стандартизованими методиками в Дніпровській філії ДУ Інститут охорони ґрунтів України. Дослідження по визначенню якості ґрунту та вмісту органічних речовин проводилися згідно з ДСТУ 4289:2004. **Результати.** Виконані дослідження переконливо показали: найсуттєвіші зміни вмісту гумусу спостерігалися в шарі 0–5 см – 8,25 % на цілині і 4,2 % – на ріллі, тобто різниця між ними становила 4,05 %. До глибини 0–60 см за вмістом гумусу цілинна ділянка суттєво переважала ріллю і лише розпочинаючи з глибини 60–65 см і глибше вміст гумусу в ґрунті ріллі почав переважати цілинну ділянку. Зростання вмісту гумусу на ріллі розпочинаючи з глибини 60 см пояснюється формуванням в ній лабільного гумусу, який разом з атмосферними опадами мігрував в нижній підорний шар ґрунту. **Висновки.** Встановлено, що тривале розорювання чорноземних ґрунтів і інтенсивне їх використання в сільськогосподарському виробництві призводить не тільки до розвитку в них дегуміфікаційних процесів, а й сприяє підлуговуванню орного шару ґрунту, викликаного підняттям і концентрацією в них гідрокарбонатів кальцію та магнію. Розрахунок прогнозу балансу гумусу свідчать, що для повного відшкодування його втрат від мінералізації, при сучасній структурі посівних площ в степовій зоні України необхідне щорічне внесення напівперепрілого гною дозою 8,0 т/га.

Ключові слова: дегуміфікація, гумус, міграція поживних речовин, баланс гумусу, цілина, рілля

Вступ. У світі чорноземні ґрунти займають 393,6 млн. га або 2,4 % від площі ґрунтів планети Земля [1, 2]. У ґрунтових номенклатурах країн “Soil name in WRB” (1998) і міжнародній ґрунтовій номенклатурі

“Soil name in FAO” (1997) термін “чорнозем” увійшов без перекладу – *Chernozems*. Чорноземи України посідають провідне місце в світі, де зосереджено 26 млн 566 тис. га (44 % від загальної площі України), або 6,7 % від

Інформація про авторів:

Крамарьов Сергій Михайлович, доктор с.-г. наук, професор, старший науковий співробітник, завідувач кафедри агрохімії Дніпровського державного аграрно-економічного університету, e-mail: kramarov.s.m@dsau.dp.ua, <https://orcid.org/0000-0002-0263-298X>

Бандура Любов Павлівна, канд. с.-г. наук, доцент кафедри агрохімії Дніпровського державного аграрно-економічного університету, e-mail: bandura.l.p@dsau.dp.ua, <https://orcid.org/0000-0003-0479-4162>

Зайцева Ірина Олексіївна, доктор біол. наук, професор кафедри агрохімії Дніпровського державного аграрно-економічного університету, e-mail: zaitseva.i.o@dsau.dp.ua, <https://orcid.org/0000-0001-5789-7240>

Крамарьов Олександр Сергійович, канд. економічних наук, старший науковий співробітник ДУ Інститут зернових культур НААН України, e-mail: askramar@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0350-6213>

світових запасів чорноземів, а площа сільгоспугідь з чорноземними ґрунтами становить 23 млн 198 тис. га, або 5,9 % від світових площ чорноземів [1, 3].

У північній підзоні Степу основною генетичною групою ґрунтів є чорноземи звичайні (*ordinary chernozem*) [1, 2, 4], які займають площу – 9157,7 тис. га, що становить 81,1 % загальної площі. 7902,5 тис. га площі (90 %) відведено під рілля.

Чорнозем звичайний є зональним підтипом ґрунтів у степовій зоні і найбільш освоєним ґрунтом. [1, 5].

Біля витоків вчення про чорноземи, які передували В. В. Докучаєву [1], були харківські вчені, професори Н. Д. Борисяк і І. Ф. Леваковський. У праці “Про чорнозем”, Борисяк Н. Д. (1852 р.), обґрунтував наземно-рослинне походження чорноземів, описав властивості чорноземів і способи використання. Вагомий внесок у вивчення чорноземів Галичини і Поділля зробив австрійський вчений Л. Бубер у книзі „Чорноземи Галиції і Подолії” (1910 р.) [5].

Чорноземні ґрунти під впливом тривалої дії антропогенних чинників зазнали суттєвих змін [2, 6, 7]. Між вмістом гумусу та урожайністю сільськогосподарських культур існує тісний кореляційний зв’язок. Гумус впливає на урожайність сільськогосподарських культур опосередковано, але в кінцевому результаті ця залежність дуже висока ($r = 0,85\text{--}0,91$) [2, 4]. Гумус є органічною речовиною складної хімічної природи із значним вмістом гумінових кислот, серед яких переважають розчинні фульвокислоти, зв’язані переважно з кальцієм, що надає їм стійкості й великої вбирної здатності [1, 5]. За профілем гумус розподіляється рівномірно, поступово зменшуючись донизу ґрунтового горизонту і сягаючи глибини 60–80 см [1, 8, 4, 5]. В 1 г чорнозему міститься біля 3,5 млн особин живих організмів, а в 1 г гумусу – 55 млн особин [5]. У найпотужнішому чорноземі власне живих організмів міститься не більше 0,5 %, а органічної речовини (гумусу) – не більше 8–10 %, решта – мінеральна маса [1, 4, 5]. Поєднання живого і неживого дає підстави називати ґрунт «*четвертим царством природи*», за словами В. І. Вернадського, біо-косним природним тілом [5].

Чорноземи за останні 130 років втра-

тили майже 30 % гумусу [8]. Слід відмітити, що проблема дегуміфікації ґрунтів є наслідком людської діяльності [2, 6, 7]. Це, передусім, пов’язано з тим, що розвиток землеробства в Україні за історично короткий період характеризується суттєвими змінами. Наразі лише на 7 % сільськогосподарських угідь вирощуються кормові культур, що пов’язано із зменшенням розвитку тваринництва. Це обумовило різке зниження обсягів застосування органічних добрив і призвело до формування від’ємного балансу гумусу в чорноземних ґрунтах України.

Серед багатьох параметрів, які характеризують ґрунтовий покрив, безумовно, найважливішим є вміст гумусу, що визначає фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні властивості ґрунту і рівень вологозабезпеченості та мінерального живлення рослин [3]. Серед 13 типів деградаційних процесів найбільш важливим і глобальним є дегуміфікація [2]. Тут доречно буде відмітити, що значна частина деградації ґрунту прямо чи опосередковано зумовлена зниженням кількості гумусу [8]. Значні втрати гумусу в 60–80 рр. минулого століття зумовлені значним збільшенням площ просапних культур. У цей період щорічні втрати гумусу досягали 0,55–0,60 т/га. Нині фактичний вміст гумусу в чорноземах північного Степу становить 3,5 % при нормі 4,3 % [1]. Критичним вважається вміст гумусу в межах 3,0–3,5 %, що є екологічно небезпечним станом. [9]. Щорічні втрати гумусу в чорноземах Степу України, у середньому, становлять 0,5 т/га [1]. Простежувати за змінами зменшення гумусу у ріллі можливо лише за порівняння його з цілинним аналогом. В Україні чорноземи збереглися в цілинному стані лише в заповідниках: Михайлівська цілина у Сумській області, Хомутівський степ – у Донецькій, Стрільцівський степ – у Луганській і Кам’яні могили – у Запорізькій областях та у заказнику Касова гора в Івано-Франківській області [2, 5]. Чорнозем звичайний у цілинному стані зберігся на площі 5,0 га на Ерастівській дослідній станції ДУ Інституту зернових культур НААН України поблизу села Байківка П’ятихатського району Дніпропетровської області, який використовувався для проведення наукових досліджень [1]. Нераціональне використання чорноземів у сіль-

ському господарстві викликає значне зачепокнення й тривогу. [10, 11, 12, 13]. Ці обставини спонукали до проведення наукових досліджень тому, що дегуміфікаційні процеси охопили всю чорноземну зону України. Цим впливом антропогенного чинника, порівнюючи вміст гумусу в ґрунті ріллі та цілих ділянок. Розробити наукові рекомендації щодо проведення агрохімічних заходів збереження родючості ґрунту, це надасть можливість призупинити зменшення вмісту в ньому гумусу.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на експериментальній базі ДУ Інституту зернових культур НААН України – Єрастівській дослідній станції (2013–2015 рр.) і навчально-науковому центрі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (2016–2018 рр.). Ґрунтовий покрив – чорноземи звичайні малогумусні важко-суглинкові на лесі. В орному шарі ґрунту вміст гумусу складав 3,8–4,1 % (метод Тюрини), валовий азот – 0,22–0,23, фосфор – 0,12–0,13, калій – 2,0–2,3 %. Рівень нітратного азоту після семиденного компостування змінювався від 31 до 52 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Чириковим) – 110–112 мг/кг, обмінного калію – 105–130 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН водн. = 7,0–7,2). Ємність поглинання – 30–35 мг.-екв. на 100 г ґрунту. У складі ввібраних основ домінує кальцій [14]. Аналітичні дослідження відібраних зразків ґрунту виконувались за стандартизованими методиками в Дніпровській філії ДУ Інститут охорони ґрунтів України.

Для вивчення змін, які відбулися в чорноземах звичайних під впливом тривалої дії антропогенних факторів, зроблено два ґрунтових розрізи: перший – на цілинній ділянці поблизу села Байківка П'ятихатського району Дніпропетровської області, а другий – на ріллі на відстані 300 м від першого. На місцевості ці два розрізи розмістили так, що на час опису сонце повністю освітлювало передню стінку ями. Розпочинаючи з верхньої частини розрізів через кожні 5 см і до глибини двох метрів відбирали зразки ґрунту. Пошарове відбирання зразків ґрунту в розрізі виключає можливість потрапляння часточок ґрунту до відібраного зразку з суміжних горизонтів, що

Мета роботи. Узагальнити багаторічні наукові дослідження, щодо історичного розвитку вивчення чорноземів звичайних, надати оцінку змін вмісту гумусу, які відбувалися в ґрунтах чорнозему звичайного під постійнодіючим впливом антропогенного чинника. Трапляється у випадку відбирання зразків ґрунту буром. У відібраних зразках визначали вміст гумусу за методом Тюрини в модифікації Симакова [15], лабільний гумус за ДСТУ 4732:2007 [16]. Потенціометричним методом визначали рН водної витяжки. Всі аналізи виконували в трикратному аналітичному повторенні. Відмивання кореневої системи у ґрунтовому профілі чорнозему звичайного на ріллі та цілинних ділянках проводили за методикою М. З. Станкова.

Результати та їх обговорення. За результатами наших досліджень підтверджена велика і багатогранна роль гумусу в процесі ґрунтоутворення, оскільки забезпеченість гумусом є головним показником природної родючості ґрунту.

Також ми спостерігали зміни у процесі життєдіяльності рослин і мікроорганізмів під впливом їх ексудатів та виділених ферментів: відбувається мінералізація гумусу і мобілізація елементів мінерального живлення, які переходять у доступні для рослин форми і накопичуються у верхніх його шарах. У зв'язку з різким скороченням обсягів внесення органічних добрив і, зокрема, напівперепрілого гною, в цьому ґрунті інтенсивно розвиваються дегуміфікаційні процеси. Стійкість родючості ґрунту дуже залежить від динамічної рівноваги між процесами гуміфікації та мінералізації органічної речовини. За цілинного ґрунтоутворення гуміфікація переважає над мінералізацією, коли з часом відбувається поступове накопичення органічної речовини ґрунту, вміст якої за певних умов стабілізується. Перевищення мінералізації над утворенням гумусу спричиняє дегуміфікацію ґрунтового профілю. Під трав'янистою рослинністю основним джерелом утворення гумусу слугує коріння, маса якого в метровому шарі в степових фітоценозах сягає 13–14 т/га, а тому на цілині зовсім немає проблеми з дегуміфікацією.

За даними наших досліджень надземна маса цілинної ділянки нестабільна і змінюється в широкому діапазоні від 1,8 до 5,2 т/га. Усереднений показник становить 3,3 т/га сухої

речовини. Запас надземної біомаси становить 20 % від загальної біомаси рослин, а підземної – 80 %. Загальні запаси біомаси цілинної ділянки становлять 15,0–16,6 т/га. Підстилка розкладається дуже швидко з формуванням значної кількості гумусу, який не вимивається, а акумулюється в ґрунтовій товщі.

Слід звернути увагу на різку зміну кількості надходження органічних речовин у ґрунт при переході від цілини до орних земель. Цілинні і орні чорноземи звичайні істотно відрізняються за величиною річної продукції фітомаси. За сільськогосподарського використання чорнозему звичайного у зерно-просапній сівозміні, на фоні середніх доз добрив, загальна кількість щорічного приросту фітомаси зменшується до 13 т/га, з якої 10 т/га надземної і 3,0 т/га підземної. Таким чином, при сільськогосподарському використанні щорічний приріст загальної біомаси зменшується порівняно з цілиною, більш ніж на 2,0 т/га. У цілинних ґрунтах ці процеси збалансовані і вміст гумусу там досить стабільний.

Проблема дефіциту органічної речовини виникає відразу ж після залучення ґрунтів у сільськогосподарське виробництво. Основні причини цього явища такі: відчуження значної частини фітомаси врожаю вирощуваних культур, внаслідок чого знижується рівень гуміфікації (за сучасної структури посівних площ з основною і побічною продукцією з поля виноситься 65–70 %, створюва-

ної культурами сівозмін, органічної маси); посилення процесів мінералізації і збільшення інших втрат органічної речовини, в основному за рахунок ерозії, через розпушування ґрунту за тривалий період, коли його поверхня залишається без рослинного покриву. Другою причиною є насиченість сівозміни посівами просапних культур, особливо соняшником і кукурудзою, що негативно впливає на колообіг органічних речовин та призводить до порушення рівноваги процесів синтезу і розкладання в сторону посилення останнього.

Цей факт ще раз підтверджено проведеною порівняльною оцінкою вмісту гумусу в зразках ґрунту, відібраних у розрізах на цілинній ділянці та ріллі, яка переконливо показала: найсуттєвіші зміни вмісту гумусу спостерігалися в шарі 0–5 см – 8,25 % в ґрунті на цілині і 4,2 % – в ґрунті на ріллі, тобто різниця становила 4,05 % (рис. 1). До глибини 0–60 см за вмістом гумусу цілинна ділянка суттєво переважала ріллю і лише розпочинаючи з глибини 60–65 см і глибше вміст гумусу на ріллі почав переважати цілинну ділянку. Зростання вмісту гумусу в ґрунті на ріллі розпочинаючи з глибини 60 см можна пояснити формуванням лабільного гумусу.

Лабільній складовій частині ґрунту, безумовно, належить велика роль у живленні рослин, яка є першоджерелом їх азотистого живлення. Але на ріллі лабільний гумус ра-

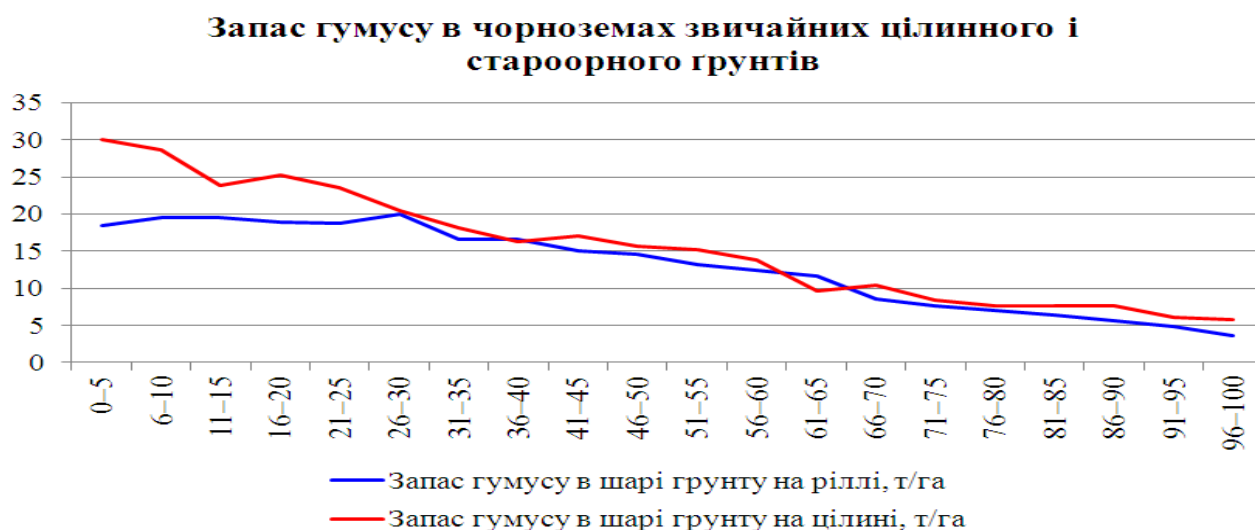


Рис. 1 Запаси гумусу в чорноземах звичайних цілинного і староорного ґрунту

зом з вологою атмосферних опадів мігрує з верхніх шарів у нижні, де знаходиться тривалий час в законсервованому вигляді, оскільки в глибоких його шарах активність аеробних мікроорганізмів зведена до мінімуму, тому мінералізації гумусу на цій глибині не відбувається.

Пошарове визначення запасів гумусу (т/га) на цілині та ріллі показало між ними суттєву різницю (рис. 2), яка виникла на користь цілинної ділянки. Через те, що гумус утворився з продуктів розкладу рослин, то його відтворення повинно проходити за рахунок поповнення достатньою кількістю органічної речовини та недопущення подальшого зниження його вмісту. Розрахунок прогнозу балансу гумусу свідчить, що для повного відшкодування втрат останнього від мінералізації за сучасної структури посівних площ у степовій зоні України необхідне щорічне внесення напівперепрілого гною великої рогатої худоби дозою 8,0 т/га.

Поряд з дегуміфікацією орного шару чорноземів звичайних іншою, не менш важливою шкодочинною проблемою, є глобальне потепління клімату. Підвищення температури атмосферного повітря, яке відбувається на тлі незначних змін кількості атмосферних опадів, призводить до зростання посушливості

ті і збільшення рівня випаровування води з поверхні ґрунту, що призводить до виникнення міграції гідрокарбонатів кальцію та магнію з нижніх шарів ґрунту у верхні. Наслідком цих процесів є тенденція до зростання підлугування орного шару ґрунту на ріллі по відношенню до цілини, де, у зв'язку з вищим вмістом гумусу і більшою ємністю поглинання, випаровування води відбувається в меншій мірі, а отже, і не спостерігається суттєвого переміщення гідрокарбонатів двох лужноземельних металів з нижніх шарів у верхні, як це проходить на ріллі. Порівняльна оцінка реакції ґрунтового розчину на цілині та ріллі показала наявність підлугування верхніх шарів ґрунту на ріллі по відношенню до цілини, за рахунок піднятих гідрокарбонатів з нижніх шарів ґрунту у верхні (рис. 2). Підняті з нижніх шарів і сконцентровані у верхньому орному шарі ріллі карбонати кальцію та магнію вступають у хімічну взаємодію з дигідрофосфатами H_2PO_4^- та катіонами мікроелементів Cu^{2+} , Zn^{2+} та ін., хімічно зв'язуючи їх у слаботорозчинні сполуки і, таким чином, зменшують доступність цих поживних речовин для рослин.

У даному випадку підлугування орного шару ґрунту на ріллі по відношенню до цілини

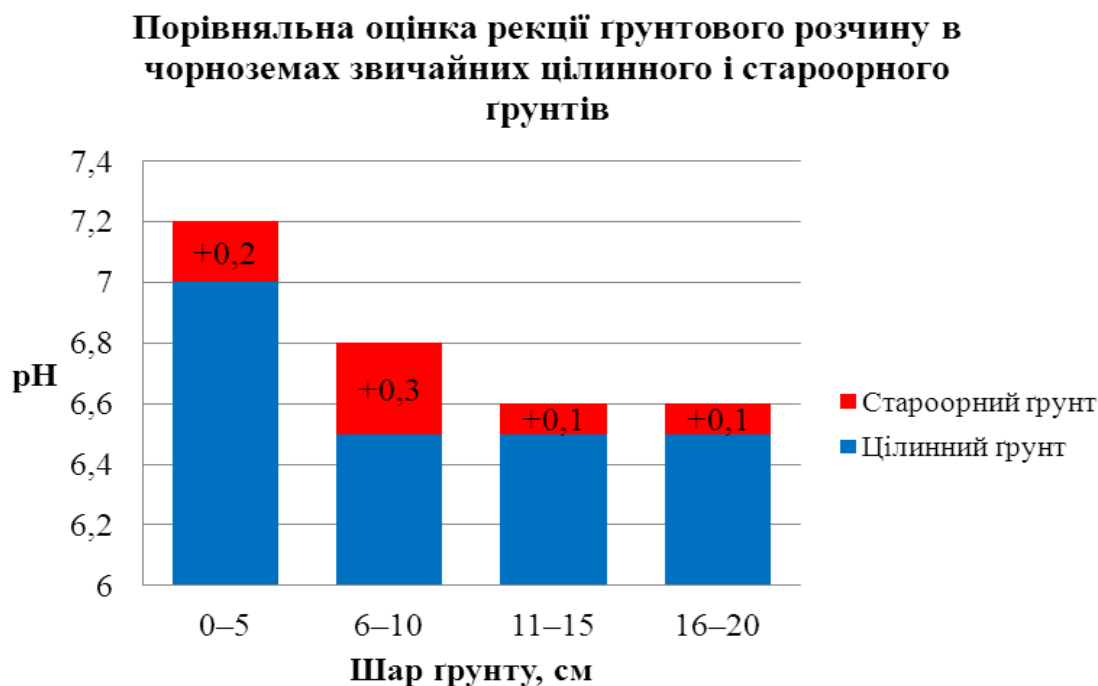


Рис. 2. Підлугування верхнього орного шару чорнозему звичайного на ріллі по відношенню до цілини

ділянки є наслідком інтенсивного розвитку дегуміфікаційних процесів, у результаті яких зростає інтенсивність випаровування з ґрунту продуктивної вологи і підняття разом з нею у верхні шари з нижніх гідрокарбонатів кальцію та магнію.

Висновки

Таким чином, за результатами наших досліджень встановлено, що тривале розорювання чорноземних ґрунтів і інтенсивне їх

використання в сільськогосподарському виробництві призводить не тільки до розвитку дегуміфікаційних процесів, але й сприяє підлюговуванню орного шару ґрунту. Розрахунок балансу гумусу свідчать, що для повного відшкодування його втрат від мінералізації за сучасної структури посівних площ у степовій зоні України необхідно щорічно вносити 8,0 т/га напівперепрілого гною великої рогатої худоби.

Використана література

1. Крамарьов С. М., Красенков С. В., Артеменко С. Ф., Сидоренко Ю. Я., Сироватко К. В., Сироватко В. А., Жученко С. І., Крамарьова Ю. С., Кравченко К. О., Півень О. О. Зміни агрохімічних показників чорноземів звичайних під впливом тривалої дії на них антропогенного фактора. *Біологічні системи. Науковий вісник Чернівецького університету. Серія Біологія*, 2012. № 4 (2). С. 185–188.
2. Носко Б. С. Антропогенна еволюція чорноземів. Харків: 13 типографія, 2006. 239 с.
3. Медведєв В. В. Новітні властивості антропогенно змінених ґрунтів. Сценарії антропогенної еволюції ґрунтового покриву. Харків: ФОП Бровін О. В., 2017. 162 с.
4. Полупан М. І., Соловей, В. Б. Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України: навч. посіб. Київ: Колодоби, 2005. 304 с.
5. Позняк С. П. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан *Український географічний журнал*. 2016. № 1. С. 9–13.
6. Глушук М. М. Динаміка гумусу в основних типах ґрунтів Української РСР. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1981. № 41. С. 43–50.
7. Грінченко О. М., Дерев'янко Р. Г., Бацула О. О. Гумусовий стан чорноземів та шляхи його поліпшення. *Як зберегти і підвищити родючість чорноземів*. Київ: Урожай, 1984. С. 38–77.
8. Дегтярьов В. В. Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України. Харків: Майдан, 2011. 359 с.
9. Чабан В. І., Коваленко В. Ю., Клявзо С. П. Параметри вмісту гумусу в чорноземі звичайному та прогноз його змін залежно від агровиробничого використання. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 64–69.
10. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України за ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва. Київ: Аграрна наука, 2012. 240 с.
11. Zubetz M. V., Golovko A. M., Medvediev V. V. Environmental protection in the Ukraine. Agroecosystems in technogenesis conditions. Proc. Of Meeting of the Union of European Agrarian Academies. Kyiv: Agrarna nauka, 2007. P. 9–58.
12. Крамарьов С. М., Бандура Л. П., Артеменко С. Ф., Крамарьов О. С., Писаренко П. В. Зміни агрофізичних властивостей чорнозему звичайного за довготривалого землекористування та економічне стимулювання їх відновлення. *Вісн. Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 93–106. doi: 10.31210/visnyk2021.02.12.
13. Крамарьов С. М., Бандура Л. П. Порівняння агрофізичних показників та вмісту гумусу в ґрунті цілини та орних земель. *Зернові культури*. 2023. № 7 (1). С. 205–211.
14. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: [Чинний від 2005-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 13 с.
15. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: [Чинний від 2004-04-30]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 9 с.
16. ДСТУ 4732:2007. Якість ґрунту. Методи визначення доступної (лабільної) органічної речовини: [Чинний від 2008-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 11 с.
17. Коваль В. В., Брегеда С. Г., Ткаченко С. К. Динаміка гумусу (органічної речовини) в ґрунтах Полтавщини. *збірник наукових праць «Охорона ґрунтів»*. 2020. № 10. С. 63–72.
18. Десенко В. Г. Доцільність моніторингу вмісту гумусу в ґрунтах під час агрохімічної паспортизації земель. *Моніторинг ґрунтів як невід'ємна частина моніторингу довкілля: матеріали всеукр. наук.-практ. конф.* (м. Київ, 23–25 лип. 2019 р.). Київ, 2019. С. 48–51.

References

1. Kramarov, S. M., Krasnienkov, S. V., Artemenko, S. F., Sydorenko, Yu. Ya., Syrovatko, K. V., Syrovatko, V. A., Zhuchenko, S. I., Kramarova, Yu. S., Kravchenko, K. O., Piven, O. O. (2012). *Zminy ahrokhimichnykh pokaznykiv chornozemiv zvychnykh pid vplyvom tryvaloї diї na nykh antropohennoho faktora. Biologichni systemy* [Biological systems], 4 (2). 185–188. [in Ukrainian].
2. Nosko, B. S. (2006). *Antropohenna evoliutsiia chornozemiv*. [Anthropogenic evolution of chernozems]. Kharkiv: 13 typohrafiia. [in Ukrainian].
3. Medvediev, V. V. (2017). *Novitni vlastyivosti antropohennno zminenykh hruntiv. Stsenarii antropohennoi evoliutsii hruntovoho pokryvu* [New properties of anthropogenically modified soils. Scenarios of

- anthropogenic evolution of soil cover]. Kharkiv: FOP Brovin O. V. [in Ukrainian].
4. Polupan, M. I., Solovei, V. B., Kysil V. I., Velychko, V. A. (2005). *Vyznachnyk ekoloho-henetychnoho statusu ta rodiuchosti gruntiv Ukrainy: navch. posib.* [Determinant of ecological and genetic status and soil fertility of Ukraine]. Kyiv: Koloobih. [in Ukrainian].
 5. Pozniak, S. P. (2016). Chornozemy Ukrainy: heohrafiia, heneza i suchasnyi stan. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal* [Ukrainian Geographical Journal], 1. 9–13. [in Ukrainian].
 6. Hlushchuk, M. M. Dynamika humusu v osnovnykh typakh hruntiv Ukrainy (1981). *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo* [Agrochemistry and soil science], 41. 43–50. [in Ukrainian].
 7. Hrinchenko, O. M., Derevianko, R. H., Batsula O. O. (1984). Humusovyi stan chornozemiv ta shliakhy yoho polipshennia. *Yak zberehty i pidvyshchyt rodichist chornozemiv* [Humus condition of chernozems and ways to improve it. How to preserve and increase the fertility of chernozems]. Kyiv: Urozhai, 38–77. [in Ukrainian].
 8. Dehtiarov, V. V. (2011). *Humus chornozemiv Lisostepu i Stepu Ukrainy* [Humus of chernozems of the forest-steppe and steppe of Ukraine]. Kharkiv: Maidan. [in Ukrainian].
 9. Chaban, V. I., Kovalenko, V. Yu., Kliavzo, S. P. (2010). Parametry vmistu humusu v chornozemi zvychainomu ta prohnos yoho zmin zalezno vid ahrovyrobnychoho vykorystannia. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Management], 38. 64–69. [in Ukrainian].
 10. *Stratehiia zbalansovanoho vykorystannia, vidtvorenna i upravlinnia hruntovymi resursamy Ukrainy.* (2012). Za red. S. A. Baliuka, V. V. Medvedieva. [Strategy of balanced use, reproduction and management of soil resources of Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
 11. Zubetz, M. V., Golovko, A. M., Medvediev, V. V. (2007). Environmental protection in the Ukraine. Agro-ecosystems in technogenesis conditions. Proc. of Meeting of the Union of European Agrarian Academies. Kyiv: Ahrarna nauka, 9–58. [in Ukrainian].
 12. Kramarov, S. M., Bandura, L. P., Artemenko, S. F., Kramarov, O. S., Pysarenko, P. V. (2021). Zminy ahrofizychnykh vlastyvostei chornozemu zvychainoho za dohotryvaloho zemlekorystuvannia ta ekonomichne stymuliuвання yikh vidnovlennia. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], 2, 93–106. doi: 10.31210/visnyk2021.02.12 [in Ukrainian].
 13. Kramarov, S. M., Bandura, L. P. (2023). Porivniannia ahrofizychnykh pokaznykiv ta vmistu humusu v hruntit silyny ta ornykh zemel. *Zernovi kultury* [Cereal crops], 7 (1). 205–211. [in Ukrainian].
 14. DSTU 4289:2004. Yakist gruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rehovyny: [Valid from 2005-07-01]. (2005). Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukrainy. 13 p. [in Ukrainian].
 15. DSTU 4289:2004. Yakist gruntu. [Valid from 2004–04–30]. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukrainy. 9 p. [in Ukrainian].
 16. DSTU 4732:2007. Yakist gruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rehovyny. [Valid from 2008-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukrainy. 11 p. [in Ukrainian].
 17. Koval, V. V., Breheda, S. H., Tkachenko S. K. (2020). Dynamika humusu (orhanichnoi rehovyny) v gruntakh Poltavshchyny. *Zbirnyk naukovykh prats «Okhorrona gruntiv»* [Collection of scientific works "Soil protection"], 10. 63–72. [in Ukrainian].
 18. Desenko, V. H. (2019). Dotsilnist monitorynhu vmistu humusu v gruntakh pid chas ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel [Expediency of monitoring humus content in soils during agrochemical certification of lands]. *Monitorynh gruntiv yak nevidiemna chastyna monitorynhu dovkillia: materialy vseukr. nauk.-prakt. konf. (pp. 48– 51).* July 23–25, 2019, Kyiv. Ukraine [in Ukrainian].

UDC 631.445.4

Kramarov S. M., Bandura L. P., Zaitseva I. O., Kramarov O. S. Dehumidification of the ordinary chernozem in the conditions of the Steppe zone of Ukraine.

Grain Crops 2023.7 (2). 335–342.

¹Dnipro State Agrarian and Economic University, 25 Serhii Yefremova St., Dnipro, 49009, Ukraine

² State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Topicality. This study is relevant due to the need to address the problem of intensifying the negative impact of intensive agricultural activities on the zonal soil subtype of ordinary chernozem. In the northern sub-zone of the Steppe of Ukraine, the ordinary chernozem undergoes significant changes in all agrochemical parameters, especially in its humus content, due to the long-term impact of anthropogenic factors. **Purpose.** The research is aimed at generalising the research on the historical development of chernozems, assessing changes in the humus content of ordinary chernozem under the long-term influence of anthropogenic factors, comparing its content in the soil with virgin plots, and developing scientific recommendations for agrochemical methods of preserving soil fertility and stopping the loss of humus. **Material and Methods.** Long-term studies were conducted at the main experimental facilities of the SE Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine - Erastivska Research Station and the Educational and Research Centre of Dnipro State Agrarian and Economic University. Analytical studies of the selected soil

samples were carried out according to standardised methods at the Dnipro branch of the Soil Protection Institute of Ukraine. Studies to determine soil quality and organic matter content were carried out in accordance with DSTU 4289:2004. **Results.** The studies have convincingly shown that the most significant changes in humus content were observed in the 0–5 cm layer – 8.25 % on virgin soil and 4.2 % on arable land, i.e. the difference between them was 4.05 %. The virgin soil significantly exceeded the arable land in terms of humus content up to a depth of 0–60 cm, and only from a depth of 60–65 cm and deeper did the humus content of the arable land begin to exceed the virgin soil. The increase in humus content from a depth of 60 cm on arable land is explained by the formation of labile humus, which migrated to the lower subsoil layer together with precipitation. **Conclusions.** The results of the research have shown that long-term ploughing of chernozem soils and their intensive use in agricultural production not only leads to the development of dehumification processes, but also contributes to alkalisation of the arable layer of soil as a result of the rise and concentration of calcium and magnesium hydrocarbons in soil. Forecasts of the humus balance indicate that to fully compensate for its losses from mineralisation in the current structure of agricultural areas in the Steppe zone of Ukraine, it is necessary to apply annually semi-rotted manure at a rate of 8.0 t/ha.

Key words: *dehumification, humus, nutrient migration, humus balance, virgin soil, arable soil*