



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.41:631.51:631.8

© 2024

ЗМІНИ ВМІСТУ ГУМУСУ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ТА МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ

*М.А. Ткаченко¹, Є.В. Задубинна²,
І.М. Кондратюк³, О.А. Цюк⁴, О.А. Тарасенко⁵*

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

^{2,3}кандидати сільськогосподарських наук

⁴доктор сільськогосподарських наук, професор

*^{1,3}ННЦ «Інститут землеробства НААН» вул. Машинобудівників, 26,
с/мт Чабани Фастівського р-ну Київської обл., 08162, Україна*

*^{2,5}Панфільська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства НААН»
вул. Центральна, 2, с. Панфили Яготинського р-ну Київської обл., 07750, Україна*

*⁴Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна*

e-mail: ¹tkachenko@gmail.com, ²liza_zadubinna@ukr.net,

³irina_kondratjuk@ukr.net, ⁴tsyuk@ukr.net, ⁵sanenia@ukr.net

ORCID: ¹0000-0001-6128-4703, ²0000-0002-9428-5603,

³0000-0002-8953-8194, ⁴0000-0001-8789-522X, ⁵0000-0003-2847-0939

Надійшла 2.10.2023

Мета. Визначити вплив систем обробітку ґрунту та мінерального удобрення на вміст і запаси гумусу, зміну фізико-хімічних властивостей чорнозему типового малогумусного в короткоротаційних сівозмінах. **Методи.** Польовий — визначення взаємодії об'єктів досліджень із природними та агротехнічними факторами; лабораторний — визначення вмісту гумусу, $pH_{\text{сол}}$, суми увібраних основ, гідролітичної кислотності, умісту обмінних катіонів; статистично-математичний — проведення дисперсійного аналізу та статистичної обробки отриманих результатів досліджень. **Результати.** Дослідження (2019–2022 рр.) свідчать про те, що застосування системи обробітку чорнозему типового на фоні мінімізованого мінерального удобрення ($N_{16}P_{16}K_{16}$) у шарі 0–20 см сприяло підвищенню вмісту гумусу за оранки на 12%, дискування — 8,9, за технології no-till — на 0,25% порівняно з контролем (без добрив). На фоні інтенсивного мінерального удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) запаси гумусу в шарі ґрунту 0–20 см зростали за оранки на 7,1 т/га, мілкового дискового обробітку — 6,0, за технології no-till — на 6,8 т/га порівняно з контролем (без добрив). За проведення мілкового дискового обробітку і застосування мінімізованого мінерального

удобрення ($N_{16}P_{16}K_{16}$) відзначено оптимальні показники суми увібраних основ у шарі ґрунту 0–20 см порівняно з показниками суми увібраних основ за оранки і технології *no-till*. Визначено найбільші втрати обмінних катіонів (Ca^{2+} та Mg^{2+}) на фоні інтенсивного мінерального удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) за технології *no-till*, дискування та оранки. Найвищі збачення гідролітичної кислотності (3,06 м-екв./100 г ґрунту) зафіксовано при застосуванні інтенсивного мінерального удобрення в шарі 0–20 см за проведення оранки, найнижчі — у шарі 20–40 м за технології *no-till*. **Висновки.** Визначено, що вміст гумусу в орному шарі чорнозему типового збільшився за проведення м'якого дискового обробітку на фоні мінімізованого мінерального удобрення ($N_{16}P_{16}K_{16}$) порівняно з умістом гумусу за оранки і технології *no-till*. Доведено, що система обробітку чорнозему типового за інтенсивного мінерального удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) не мала істотного впливу на суму увібраних основ. Установлено, що інтенсивне мінеральне удобрення за всіх проведених обробітків мало значний вплив на обмінні катіони (Ca^{2+} та Mg^{2+}) і показники гідролітичної кислотності в чорноземі типовому.

Ключові слова: запаси гумусу, гідролітична кислотність, дискування, оранка, сума увібраних основ, технологія *no-till*.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-02>

Однією з найважливіших властивостей ґрунту є родючість, яка формується в процесі ґрунтоутворення й характеризується сукупністю всіх його показників. Оптимальні умови росту і розвитку рослин забезпечуються за рахунок комплексу властивостей ґрунту: фізичних, фізико-хімічних, біологічних і агрохімічних [1, 2]. Родючість ґрунту значно залежить від його показників властивостей, які зазнають антропогенного впливу. Збереження родючості ґрунту та її відтворення має бути першочерговим завданням сучасного ведення землеробства, оскільки вона є одним із важливих резервів збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. Це стає можливим лише за комплексного впровадження ґрунтозахисних агротехнологій — застосування систем обробітку та удобрення. Провідне місце в цьому комплексі заходів належить удобренню [3, 4].

Зміна показників фізико-хімічних властивостей ґрунтів, потенціальної кислотності та формування гумусних речовин під впливом застосування мінеральної системи удобрення залежать від багатьох чинників [5, 6]. Слід зазначити, що реакція ґрунтового розчину має значний вплив на ріст і розвиток

сільськогосподарських культур. В умовах високої кислотності ґрунту зростає розчинність сполук алюмінію та марганцю, які посилюють негативну дію на рослини і ґрунтові мікроорганізми, швидкість і напрям перебігу хімічних та біологічних процесів. Ацидність ґрунту залежить від кліматичних умов, властивостей материнської породи, господарської діяльності людини [1, 3, 7].

Посилення кислотності орних земель зумовлено внесенням високих доз фізіологічно кислих добрив, вилученням біофілійних елементів з ґрунту врожайми сільськогосподарських культур, втратами обмінних катіонів із низхідними потоками вологи [8].

Отже, застосування механічного обробітку ґрунту, високих доз мінеральних добрив, особливо їх фізіологічно кислих форм, має значний вплив на зміну показників фізико-хімічних властивостей чорноземів. Тому важливо визначити інтенсивність і спрямованість цих змін, які формуються під впливом агротехнічних факторів.

Мета досліджень — визначити вплив систем обробітку ґрунту і мінерального удобрення на динаміку вмісту гумусу та фізико-хімічних властивостей чорнозему типового в короткочасних сівозмінах.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в багаторічному стаціонарному досліді впродовж 2019–2022 рр. у підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу на Панфільській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Клімат території досліджень — помірно континентальний із середньорічною температурою повітря +6...+8 °С. За середньорічними даними, за рік випадає 558 мм опадів, за вегетаційний період — 355 мм, що становить 60% від річної кількості.

Схема досліді: фактор А — обробіток ґрунту: оранка на 25–27 см; мілкий дисковий обробіток на 10–12 см; технологія no-till — проведення сівби сівалкою зерновою «Сіва» СЗМ 3,6. Фактор В — системи удобрення: без добрив — контроль; мінімізована — $N_{16}P_{16}K_{16}$ + побічна продукція попередника; інтенсивна $N_{90}P_{90}K_{90}$ + побічна продукція попередника. Чергування культур у короткоротаційних сівозмінах: 1 — ячмінь ярий — соя — пшениця озима — соняшник; 2 — ріпак ярий — пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий. Дослідження проведено в агроценозі пшениці озимої. Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий неглибокий крупнопилувато-легкосуглинковий на лесі, який характеризується такими фізико-хімічними та агрохімічними показниками орного шару: $pH_{\text{сол}}$ — 6,15, вміст гумусу в орному шарі — 3,08–3,15%, підорному — 2,7–2,9%, забезпеченість сполуками рухомих фосфатів і рухомого калію — відповідно 300 і 96 мг/кг ґрунту. Вміст сполук лужногідролізованого азоту в орному шарі ґрунту дуже низький — 72,8 мг/кг ґрунту.

Повторення досліді — 3-разове, площа посівної ділянки — 140 м², облікової — 105 м², розміщення ділянок — послідовне. Фосфорні (суперфосфат гранульований) і калійні (калій хлористий) добрива вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні (аміачна селітра) — під передпосівну культивуацію та в підживлення.

Проби ґрунту відбирали з глибини 0–20 см і 20–40 см згідно з ДСТУ [9]. Вміст гумусу визначали методом І.В. Тюріна в модифікації В. Сімакова згідно з ДСТУ [10], запаси гумусу — розрахунковим методом, гідролітичну кислотність (Нr) — за методом Каппена згідно з ДСТУ [11], вміст увібраних основ (S) — згідно з МВВ 31–497058–007–2005. Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних технологій (ПК «Agrostat», MSOfficeExcel).

Результати досліджень. Більшість елементів живлення надходить у рослини з шару 0–40 см, тому збільшення вмісту гумусу у верхніх шарах ґрунту є важливою умовою дружніх сходів, гарного розвитку рослин на весь вегетаційний період [12]. У чорноземі типовому зміни вмісту і запасів гумусу визначаються співвідношенням процесів гуміфікації та мінералізації за певних агротехнологій. Найбільший вплив на це співвідношення має кількість органічного удобрення, що надходить у ґрунт, та інтенсивність систем обробітки й мінерального удобрення [2].

Результати досліджень свідчать про те, що застосування систем обробітки й мінерального удобрення мало істотний вплив

1. Зміни вмісту і запасів гумусу чорнозему типового за різних систем обробітки ґрунту та мінерального удобрення

Удобреньня, доза	Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %			Запаси гумусу, т/га		
		no-till	дискування	оранка	no-till	дискування	оранка
Без добрив (контроль)	0–20	3,90	3,92	3,77	74,0	70,5	63,3
	20–40	3,35	3,49	3,58	63,8	62,8	60,1
Мінімізована $N_{16}P_{16}K_{16}$	0–20	3,91	4,27	4,23	74,4	76,8	71,0
	20–40	3,95	4,05	4,02	74,5	72,9	67,5
Інтенсивна $N_{90}P_{90}K_{90}$	0–20	4,19	4,25	4,19	79,8	76,5	70,4
	20–40	3,80	4,09	4,17	72,4	73,6	70,0
$НІР_{05}$		0,20	0,25	0,15			

на зміни вмісту гумусу та його запасів у чорноземі типовому (табл. 1).

Із застосуванням мінімізованого мінерального удобрення ($N_{16}P_{16}K_{16}$) у шарі ґрунту 0–20 см уміст гумусу порівняно з контролем (без добрив) збільшився за оранки на 12%, мілкого дискового обробітку — 8,9, за технології no-till — на 0,25%. Відзначено, що вміст гумусу на контролі (без добрив) за всіх обробітків ґрунту був найменшим. Визначено, що застосування мілкого дискового обробітку порівняно з оранкою на фоні інтенсивного мінерального удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) у шарі ґрунту 0–20 см сприяло підвищенню вмісту гумусу на 0,06%, у шарі 20–40 см — його зменшенню на 0,08%. За технології no-till з інтенсивним мінеральним удобренням ($N_{90}P_{90}K_{90}$) порівняно з контролем (без добрив) у шарі ґрунту 0–20 см спостерігався істотно вищий (на 0,29%) уміст гумусу.

З проведенням оранки в шарі ґрунту 0–20 см уміст гумусу на контролі (без удобрення) зменшився на 0,15%, у шарі 20–40 см, навпаки — збільшився на 0,09% порівняно з умістом гумусу за проведення мілкого дискового обробітку. За дискування відзначено підвищений уміст гумусу в орному шарі ґрунту.

За системи обробітку ґрунту вміст гумусу в нижньому шарі (20–40 см) порівняно з його вмістом у верхньому (0–20 см) шарі зменшився на 6–10%, що пов'язано з особливостями морфологічної будови чорноземів та обмеженням надходженням свіжої органічної речовини.

Запаси гумусу в ґрунті — найінформативніший показник потенційної родючості чорноземів типових. Результати досліджень свідчать про накопичення запасів гумусу в шарі 0–40 см, де розміщується основна маса кореневої системи рослин і формуються умови для їх росту та розвитку. Запаси гумусу закономірно розподіляються в шарах ґрунту відповідно до його вмісту, що пов'язано зі щільністю верхніх шарів чорнозему за різних систем обробітку та мінерального удобрення.

На контролі (без добрив) запаси гумусу зменшувалися за технології no-till, дискування та оранки. Інтенсивне мінеральне удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) порівняно з контролем (без добрив) сприяло збільшенню запасів гумусу в шарі ґрунту 0–20 см за оранки на 7,1 т/га, дискування — 6,0, технології no-till — на 5,8 т/га. За мілкого дискового обробітку та інтенсивного мінерального удобрення відзначено помітну диференціацію верхнього шару ґрунту щодо відновлення запасів гумусу.

Доведено, що сума увібраних основ залежить від поглинальної здатності часточок, з яких складається ґрунт, тому на цей показник впливають гумусованість, мінералогічний і гранулометричний склад ґрунту [13]. Гумус і його запаси прямо або опосередковано визначають потенційну родючість ґрунту, впливають на формування показників фізико-хімічних властивостей, особливо ємність катіонного обміну та буферність чорнозему типового (табл. 2).

Відзначено низьку суму увібраних основ на фоні інтенсивного мінерального удобрення

2. Гідролітична кислотність і сума увібраних основ чорнозему типового за різних систем обробітку та мінерального удобрення, м-екв./100 г ґрунту

Удобрення, доза	Шар ґрунту, см	No-till		Дискування		Оранка	
		Hr	S	Hr	S	Hr	S
Без добрив (контроль)	0–20	1,02	29,4	1,46	30,2	1,69	30,1
	20–40	0,66	27,1	1,04	28,2	1,52	28,5
Мінімізована ($N_{16}P_{16}K_{16}$)	0–20	2,40	31,8	2,49	33,0	2,69	31,3
	20–40	1,80	28,5	1,88	33,8	2,45	29,4
Інтенсивна ($N_{90}P_{90}K_{90}$)	0–20	2,62	30,5	2,75	31,9	3,06	30,6
	20–40	2,04	28,9	2,26	30,3	2,87	28,6
НІР ₀₅	0–20	0,24	$F_{\phi} < F_{05}$	0,32	2,82	0,35	$F_{\phi} < F_{05}$
	20–40	0,10	$F_{\phi} < F_{05}$	0,43	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	1,31

3. Уміст обмінних катіонів у чорноземі типовому за різних систем обробітку та мінерального удобрення, м-екв./100 г ґрунту (шар 0–20 см)

Удобрення, доза	No-till		Дискування		Оранка	
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Без добрив (контроль)	12,7	2,4	13,7	2,4	16,3	2,8
Мінімізована (N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆)	12,3	2,2	13,3	2,3	14,8	2,6
Інтенсивна (N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀)	11,7	2,1	12,8	2,1	12,3	2,2
НІР ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅

(N₉₀P₉₀K₉₀) за системи обробітку. Однак незначному підвищенню показників гідролітичної кислотності (на 1,1–1,3 м-екв./100 г ґрунту) у шарі ґрунту 0–20 см сприяло застосування мінімізованого мінерального удобрення (N₁₆P₁₆K₁₆) та мілкового дискового обробітку.

На контролі (без добрив) за технології no-till була найнижча сума увібраних основ у шарах ґрунту 0–20 і 20–40, що пояснюється незначним зниженням показників гідролітичної кислотності. Показники гідролітичної кислотності переважно зростали за всіх досліджуваних агротехнологій. Так, найвищі її значення (3,06 м-екв./100 г ґрунту) були в шарі 0–20 см за проведення оранки, найнижчі (0,66 м-екв./100 г ґрунту) — у шарі 20–40 см за використання технології no-till.

Із застосуванням інтенсивного мінерального удобрення (N₉₀P₉₀K₉₀) за оранки порівняно з дискуванням гідролітична кислотність у шарі 0–20 см підвищилася на 0,31 м-екв./100 г ґрунту, у шарі 20–40 см — на 0,61 м-екв./100 г ґрунту.

Унесення мінерального удобрення дозою N₉₀P₉₀K₉₀ призвело до підвищення показників гідролітичної кислотності, проте слід зазначити, що досліджуваний чорнозем типовий при значенні рН_{сол} 6,15 та за вмісту гумусу 3,17% і так характеризувався досить високими вихідними показниками гідролітичної кислотності — 3,2–3,4 м-екв./100 г ґрунту.

Уміст обмінного кальцію у ҐВК має тісний зв'язок із кругообігом органічних речовин у ґрунті [7]. Надходження в ґрунт достатньої кількості органічних речовин сприяє зменшенню втрат обмінного кальцію завдяки утворенню важкорозчинних гуматів [14]. Зниження вмісту обмінних катіонів за деяких агротехнологічних заходів можна пояснити винесенням їх з урожаєм, окисненням органічних речовин і вимиванням у нижні шари ґрунту (табл. 3).

Найнижчий уміст обмінних катіонів був при застосуванні інтенсивного мінерального удобрення (N₉₀P₉₀K₉₀) за системи обробітку ґрунту. Досліджено, що систематичне застосування мінерального удобрення дозою N₉₀P₉₀K₉₀ порівняно з контролем (без добрив) призводить до зменшення вмісту обмінних катіонів за технології no-till на 1,0 м-екв./100 г ґрунту, мілкового дискового обробітку — 0,9, за оранки — на 4,0 м-екв./100 г ґрунту.

Визначено, що вміст обмінного Mg²⁺ у ґрунті контрольного варіанта без застосування добрив становить 2,4–2,8 м-екв./100 г ґрунту, за використання інтенсивного мінерального удобрення (N₉₀P₉₀K₉₀) його вміст порівняно з контролем зменшився на 0,3–0,6 м-екв./100 г ґрунту. Із застосуванням мінімізованого мінерального удобрення дозою N₁₆P₁₆K₁₆ спостерігалось незначне зниження вмісту обмінного магнію порівняно з контролем (без добрив).

Висновки

Відзначено вплив системи обробітку чорнозему типового на підвищення вмісту гумусу в шарі ґрунту 0–20 см на фоні мінімізованого мінерального удобрення

(N₁₆P₁₆K₁₆) порівняно з контролем. За оранки він підвищився на 12%, мілкового дискового обробітку — 8,9, за технології no-till — на 0,25%. Уміст гумусу у верхньому шарі

ґрунту збільшився за проведення мілкого дискового обробітку, за оранки відбувався його рівномірний розподіл за всіма шарами ґрунту.

Із застосуванням системи обробітку на чорноземі типовому на фоні інтенсивного мінерального удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) порівняно з контролем (без добрив) запаси гумусу в шарі ґрунту 0–20 см за оранки збільшилися на 7,1 т/га, мілкого дискового обробітку — 6,0, за технології no-till — на 5,8 т/га.

За системи обробітку ґрунту на фоні мінімізованого мінерального удобрення ($N_{16}P_{16}K_{16}$) відзначено підвищення суми увібраних основ на 0,7–1,3 м-екв./100 г ґрунту на відміну від її значення за інтенсивного удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$). Доведено, що за мілкого дискового обробітку на чорноземі

типовому при застосуванні мінімізованого мінерального удобрення сума увібраних основ у шарі ґрунту 0–20 см була вищою на 1,2 м-екв./100 г ґрунту, ніж за технології no-till і на 1,7 м-екв./100 г ґрунту вищою, ніж за оранки.

Досліджено, що в чорноземі типовому за системи обробітку ґрунту найбільші втрати обмінних катіонів (Ca^{2+} та Mg^{2+}) відбуваються при застосуванні інтенсивного мінерального удобрення дозою $N_{90}P_{90}K_{90}$. Досить високі показники гідролітичної кислотності (3,06 м-екв./100 г ґрунту) були в шарі 0–20 см на фоні інтенсивного мінерального удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) за проведення оранки, найнижчі (0,66 м-екв./100 г ґрунту) — у шарі 20–40 см на контролі (без добрив) за технології no-till.

Tkachenko M.¹, Zadubynna Ye.², Kondratiuk I.³, Tsiuk O.⁴, Tarasenko O.⁵

¹, ³NSC «Institute of Agriculture of NAAS» 2b Mashynobudivnykiv Str., vil. Chabany, Fastiv district, Kyiv oblast, 08162, Ukraine, ^{2,5}Panfily Research Station of NSC «Institute of Agriculture of NAAS», 2 Tsentralna Str., vil. Panfily, Yahotyn district, Kyiv oblast, 07750, Ukraine, ⁴National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine; e-mail: ¹tkachenko@gmail.com, ²liza_zadubynna@ukr.net, ³irina_kondratjuk@ukr.net; ⁴tsyuk@ukr.net, ⁵sanenia@ukr.net; ORCID: ¹0000-0001-6128-4703, ²0000-0002-9428-5603, ³0000-0002-8953-8194, ⁴0000-0001-8789-522X, ⁵0000-0003-2847-0939.

Changes in humus content and physicochemical properties of typical chernozem depending on cultivation and mineral fertilizer systems

Goal. To determine the influence of tillage and mineral fertilizer systems on humus content and reserves, changes in the physicochemical properties of typical low-humus chernozem in short crop rotations. **Methods.** Field — to determine the interaction of research objects with natural and agrotechnical factors; laboratory — to determine humus content, pH salt, amount of absorbed bases, hydrolytic acidity, the content of exchangeable cations; statistical-mathematical — to conduct dispersion analysis and statistical processing of research **Results.** The research (2019–2022) showed that the use of a typical chernozem cultivation system against the background of minimized mineral fertilizing ($N_{16}P_{16}K_{16}$) in a layer of 0–20 cm contributed to an increase in humus content at plowing by 12%, disking — by 8.9, use of no-till technology — by 0.25%, compared to the control (without fertilizers).

Against the background of intensive mineral fertilization ($N_{90}P_{90}K_{90}$), humus reserves in the soil layer of 0–20 cm increased by 7.1 t/ha with plowing, 6.0 t/ha — with shallow disc tillage, and 6.8 t/ha — with no-till technology compared to the control (without fertilizers). For carrying out shallow disc tillage and using minimized mineral fertilizing ($N_{16}P_{16}K_{16}$), optimal indicators of the amount of absorbed bases in the soil layer of 0–20 cm were noted compared to indicators of the amount of absorbed bases for plowing and no-till technology. The largest losses of exchangeable cations (Ca^{2+} and Mg^{2+}) against the background of intensive mineral fertilization ($N_{90}P_{90}K_{90}$) using no-till, disking, and plowing technologies were determined. The highest values of hydrolytic acidity (3.06 m-equiv./100 g of soil) were recorded when intensive mineral fertilizing was applied in the 0–20 cm layer for plowing, the lowest values were in the 20–40 cm layer for no-till technology. **Conclusions.** It was determined that the content of humus in the arable layer of typical chernozem increased due to shallow disc tillage against the background of minimized mineral fertilization ($N_{16}P_{16}K_{16}$) compared to the content of humus during plowing and no-till technology. It was proved that the system of cultivation of typical chernozem under intensive mineral fertilization ($N_{90}P_{90}K_{90}$) had no significant effect on the number of absorbed bases. It was established that intensive mineral fertilization had a significant effect on exchangeable cations (Ca^{2+} and Mg^{2+}) and indicators of hydrolytic acidity in typical chernozem for all treatments carried out.

Key words: humus reserves, hydrolytic acidity, disking, plowing, amount of absorbed bases, no-till technology.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-02>

Бібліографія

1. Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Борис Н.Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 318 с.
2. Tsyuk O.A., Tanchuk S.P., Tsentulo L.V. et al. Change of carbon's contain of the main humuse's groups of the black typical soil with the agriculture's ecologization. *Ukrainian J. of Ecology*. 2018. V. 8. № 4. P. 154–157.
3. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів. Харків, 2016. 388 с.
4. Tsyuk O., Tkachenko M., Butenko A. et al. Changes in the nitrogen compound transformation processes of typical chernozem depending on the tillage systems and fertilizers. *Agraarteadus*. 2022. 1. XXXIII. P. 192–198. doi: 10.15159/jas.22.23
5. Польовий В.М., Лукащук Л.Я., Гук Л.І. Ефективність інтенсифікації технології вирощування пшениці озимої в західному Ліссостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 35–40. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-05
6. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: монографія. Київ: Аграрна наука, 2008. 308 с.
7. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Черно О.Д., Бойко В.П. Зміна фізико-хімічних показників родючості чорнозему опідзоленого в сівозміні залежно від різного удобрення. *Наукові горизонти*. 2019. 7 (80). P. 55–62. doi: 10.33249/2663-2144-2019-80-7-55-62
8. Балаєв А.Д., Тонха О.Л., Піковська О.В. та ін. Гумусованість і фізико-хімічні властивості чорноземів Ліссостепу за мінімізації обробітків і біологізації системи удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11. С. 24–31. doi: 10.31073/agrovisnyk202011-03
9. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. [Чинний від 2005–07–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
10. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. [Чинний від 2004–04–30]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.
11. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності: ДСТУ 7537:2014. [Чинний від 2014–11–21]. Київ: Держспоживстандарт України, 2014. 9 с.
12. Євтушенко Т.В., Тонха О.Л. Уміст і запаси гумусу залежно від удобрення і обробітку ґрунту. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Агрономія. 2017. Вип. 269. С. 168–176.
13. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
14. Rhoton F.E. Influence of time on soil response to no-till practices. *Soil Science Society of America j.* 2000. V. 64. № 2. P. 700–709.