

УДК 631.51: 631.417.2:631.445.4/.46  
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.23>

## ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ГУМУСНИЙ СТАН І БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО

**Центило Л.В.** – к.с.-г.н.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*У статті висвітлено вплив різних систем удобрення й основного обробітку ґрунту на гумусний стан, склад мікроорганізмів у посівах буряків цукрових на чорноземах типових.*

*Установлена можливість господарськи, технічно обґрунтованого впровадження органо-мінеральної системи удобрення в умовах чорноземів типових Лісостепу України.*

**Ключові слова:** система удобрення, гумус, мікроорганізми, обробіток ґрунту.

**Центило Л.В. Влияние систем удобрения и обработки почвы на гумусное состояние и биологические процессы чернозема типичного**

*В статье освещено влияние различных систем удобрения и основной обработки почвы на гумусное состояние, состав микроорганизмов в посевах свеклы сахарной на черноземах типичных.*

*Установлена возможность хозяйственно, технически обоснованного внедрения органо-минеральной системы удобрения в условиях черноземов типичных Лесостепи Украины.*

**Ключевые слова:** система удобрения, гумус, микроорганизмы, обработка почвы.

**Tsentylo L. V. Influence of fertilizer and cultivating systems on currettes on the humus state and biological processes of chernozem typical**

*The article highlights the influence of various fertilizer systems and basic soil tillage on the humus state, the composition of microorganisms in sugar beet crops on typical black earths.*

*The possibility of economic, technically grounded introduction of organo-mineral system of fertilizer in the conditions of typical chernozem typical of the forest-steppe of Ukraine is established.*

**Key words:** fertilizer system, humus, microorganisms, soil cultivation.

**Постановка проблеми.** Родючість ґрунту невід’ємно пов’язана із ґрунтоутворенням, її необхідно розглядати як взаємодію ґрунту і рослин, що ростуть на ньому. Рослини засвоюють із ґрунту поживні речовини і створюють за допомогою фотосинтезу органічні сполуки. Ґрунтові мікроорганізми розвиваються в тісній взаємодії з вищими рослинами, мінералізують рослинні залишки, сприяють утворенню органічної речовини, гумусу, де концентрується основна частина поживних речовин ґрунту. Гумусові речовини під впливом мікроорганізмів також підлягають гідролізу і мінералізації, створюючи водночас проміжні продукти.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Органічна речовина на 85–90% представлена гумусом, який впливає на всі показники родючості ґрунту й утворюється на етапі малого біологічного кругообігу речовини й енергії. Гумус активізує біохімічні та фізіологічні процеси, посилює обмін речовин і загальний енергетичний рівень процесів у рослинному організмі, сприяє посиленому надходженню елементів живлення, що водночас супроводжується підвищенням продуктивності агроценозу [4, с. 6].

Встановлено, що в разі довготривалого нераціонального використання чорноземів переважає дегуміфікаційний тренд їх розвитку [7, с. 24; 8, с. 44], що знижує протиерозійну стійкість, відтворювальні властивості та протидію хіміко-техногенному навантаженню.

Відомо, що родючість чорноземних ґрунтів істотно залежить від системи удобрення, обробітку ґрунту, ланок сівозмін, а також наявності в них багаторічних трав. Це основні чинники, що позитивно впливають на вміст органічної речовини у ґрунті польових сівозмін [2, с. 243; 3, с. 17; 6, с. 35; 12, с. 63; 13, с. 19].

За даними Л. Барштейна й ін. [2, с. 401], на вилугуваних слабогумусованих чорноземах Носівського відділення Чернігівської ДСС (з вмістом гумусу менше 3%) у сівозмінах із 30% просапних, 40% зернових, 30% бобових культур, зокрема з одним полем багаторічних трав, втрати гумусу за 14 років становили лише 0,02% абсолютних, або приблизно 1% загальних вихідних запасів. На чорноземних реградованих ґрунтах на тлі застосування 10 т / га гною +  $N_{62}P_{62}K_{62}$  на 1 га ріллі вміст гумусу за 32 роки зменшився на 0,2%.

Водночас застосування підвищеної норми гною (15 т на 1 га ріллі) у поєднанні із  $N_{63}P_{63}K_{63}$  створило умови для відтворення запасів гумусу у ґрунті, у результаті чого його вміст збільшився із 3,03 до 3,10% [3, с. 17]. У дослідженнях А. Мартиновича та П. Мартиновича [6, с. 34], проведених на чорноземі опідзоленому в зерно-буряковій сівозміні в умовах Верхняцької ДСС, у середньому за 50 років мінеральні добрива збільшили вміст органічної речовини на 0,21%, тоді як органо-мінеральна система удобрення (7,7 т/га гною +  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) – на 0,44%. Водночас у науковій літературі наявні дані, що використання в зоні достатнього зволоження на чорноземних ґрунтах лише мінеральних добрив помітно прискорює процеси мінералізації гумусу. Причому інтенсивність цих процесів залежить від норми їх застосування та наявності бобових культур у сівозміні [11, с. 73]. Поруч із використанням гною і мінеральних добрив підвищенню вмісту гумусу у ґрунті і рециркуляції вуглецю в агроєкосистемі сприяє заорювання післязливних решток усіх культур сівозміни [10, с. 24].

**Постановка завдання. Мета статті** – встановити зміни гумусного стану чорнозему типового за різних систем удобрення й обробітку ґрунту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі Навчально-науково-інноваційного центру агротехнологій Товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма Колос» (2011–2017 рр.) Сквирського району Київської області у стаціонарному досліді, основою якого є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в часі та просторі. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий глибокий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесі. Уміст гумусу в оброблювальному шарі 4,6–4,8% (за Тюриним), легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 14,4 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 15,2 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 15,2 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим). Об'ємна маса ґрунту в рівноважному стані – 1,24 г/см<sup>3</sup>, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове – 6,4.

Схема чергування культур у польовій сівозміні: люцерна, люцерна, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, соя, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, соняшник. У даній сівозміні застосовується три рівні удобрення з розрахунку на 1 га сівозмінної площі: за мінеральної системи – 4,5 т компосту +  $N_{80}P_{96}K_{108}$ ; органо-мінеральної – 4,5 т компосту +  $N_{40}P_{48}K_{54}$  + 3,5 т побічної продукції та сидеральної маси; органічної – 4,5 т компосту + 3 т побічної продукції і сидеральної маси. У досліді застосовували такі добрива: компост, амічну селітру, суперфосфат гранульований і калій хлористий.

Другий чинник, який вивчали, – системи основного обробітку ґрунту: 1) диференційований обробіток (контроль), який рекомендований у Лісостепі і передбачає за ротацією сівозміни п'ять оранок, два поверхневих обробітки під пшеницю

озиму після сої і кукурудзи на силос і один плоскорізний обробіток під ячмінь; 2) полицево-безполицевий передбачає за ротацію сівозміни дві оранки під буряки цукрові та соняшник під решту культур безполицевого обробітку; 3) мілкий безполицевий обробіток під всі культури сівозміни. Площа ділянок – 240 м<sup>2</sup>, повторність варіантів у досліді – чотириразова. Дослідження вмісту органічної речовини чорнозему типового глибокого проводили на початку та наприкінці вегетації буряків цукрових в орному шарі ґрунту. Зразки ґрунту відбирали до 30 см та готували до аналізів згідно із ДСТУ ISO 11464–2001. Загальний вміст гумусу визначали за методикою І. Тюріна [1, с. 345]. Мікробіологічні аналізи проводилися за загальноприйнятими методиками [5, с. 156]. Тестовою культурою для визначення цього впливу стали буряки цукрові.

Диференціація гумусного горизонту чорнозему за елементами родючості є проявом природного ґрунотворного процесу в агроценозах зони нестійкого зволоження, а різна реакція культур сівозміни на диференціацію пов'язана з їхніми біологічними особливостями, а також зі зниженням рівня агрофізичної самоорганізації чорнозему, біогенності тощо [9, с. 240].

Наші дослідження показали, що вміст гумусу у ґрунті під впливом варіантів досліді протягом вегетаційного періоду істотно не змінювався. Зауважимо, що за внесення на органічній системі удобрення компосту 4,5 т/га сівозмінної площі на початку вегетації спостерігалася тенденція збільшення його на 0,4% щодо контролю. За застосування компосту 4,5 т/га + N<sub>40</sub>P<sub>48</sub>K<sub>54</sub> відбулося накопичення гумусу, але в меншій кількості, ніж за внесення компосту 4,5 т/га сівозмінної площі. На кінець вегетації буряків цукрових вказані тенденції зберігалися, але були менше виражені.

У дослідженнях Л. Барштейна, І. Шкаредного, В. Якименка [2, с. 121] застосування 7,5 т/га гною + N<sub>50</sub>P<sub>66</sub>K<sub>66</sub> на чорноземі типовому вилугуваному в зерно-пропашній сівозміні підвищило вміст гумусу в орному шарі на 0,13%.

Системи основного обробітку ґрунту також між собою не мали істотної різниці. За застосування мілкого різноглибинного обробітку ґрунту спостерігається лише тенденція до збільшення вмісту гумусу.

Підвищені норми мінеральних добрив специфічно діють на ґрунт (підкислення ґрунтового розчину, пептизуюча дія на ґрунтові колоїди), підвищені норми мінеральних добрив суттєво змінюють напрям біохімічних процесів і не забезпечують гуміфікацію, достатню для суттєвого накопичення гумусу. Окрім того, високі норми мінеральних добрив сприяють переміщенню гумусу у глибину ґрунту.

Дослідження щодо впливу систем удобрення й обробітку ґрунту на запаси гумусу засвідчили, що за застосування компосту 4,5 т + N<sub>40</sub>P<sub>48</sub>K<sub>54</sub> запаси гумусу в чорноземі типовому за 5 років збільшилися на 2 т/га порівняно з варіантом компост 4,5 т + N<sub>80</sub>P<sub>96</sub>K<sub>108</sub> (табл. 1).

Суттєве підвищення запасів гумусу в орному шарі ґрунту зазначено за мілкого різноглибинного обробітку ґрунту на 5,5 т/га порівняно з диференційованим обробітком і на 4 т/га порівняно з полицево-безполицевим обробітком. За диференційованого обробітку ґрунту запаси гумусу були найнижчими, у середньому – 140 т/га, за полицево-безполицевого – 141 т/га, а за мілкого різноглибинного – 145,5 т/га. Найвищі запаси гумусу за мілкого різноглибинного обробітку пов'язані з тим, що за цього обробітку зазначено вищі показники щільності ґрунту, ніж за диференційованого обробітку.

Процеси накопичення мінерального азоту у ґрунті та його іммобілізація залежать від співвідношення в біомасі валового вуглецю й азоту (C:N). Розкладання

рослинних решток кореневої системи й соломи зернових культур суцільної сівби з широким співвідношенням – С:N = 35:1 – 50:1 проходить досить довго і супроводжується іммобілізацією азоту ґрунту. Однак протеїни рослинних залишків розкладаються швидко, з виділенням у ґрунт мінерального азоту, саме тому в досліді зазначалося значне підвищення запасу гумусу.

Таблиця 1

**Вміст і запаси гумусу чорнозему типового (0–30 см)  
за вирощування буряків цукрових (2013–2017 рр.)**

Обробіток ґрунту, А	Система удобрення, В	Вміст гумусу, %		Запаси гумусу, т/га	
		на початок вегетації	на кінець вегетації	на початок вегетації	на кінець вегетації
Диференційовани (контроль)	Без добрив	3,77	3,74	138	137
	Органічна	3,9	3,86	143	141
	Органо-мінеральна	3,85	3,88	141	142
	Мінеральна	3,8	3,77	139	138
Полицево-безполицевий	Без добрив	3,82	3,8	140	139
	Органічна	3,91	3,88	143	142
	Органо-мінеральна	3,88	3,86	142	141
	Мінеральна	3,82	3,84	140	140
Мілкий різноглибинний	Без добрив	3,83	3,8	143	142
	Органічна	3,92	3,9	147	146
	Органо-мінеральна	3,92	3,82	147	143
	Мінеральна	3,86	3,85	145	144
НІР <sub>05</sub> А		0,02	0,04	$F_{\phi} < F_{05}$	3
НІР <sub>05</sub> В		0,04	0,07	$F_{\phi} < F_{05}$	5

Зменшення вмісту гумусу за варіанту компост 4,5 т/га сівозмінної площі +  $N_{80}P_{96}K_{108}$ , зростання показників щільності ґрунту в цьому варіанті і, як наслідок, зменшення загальної пористості негативно впливають на процеси ґрунтоутворення, особливо на збереження й накопичення органічної речовини ґрунту. Дегуміфікаційні процеси підсилюються діяльністю гетеротрофної мікрофлори ґрунту, яка за відсутності надходжень органічної речовини використовує гумус як джерело енергії. Запаси гумусу за внесення компосту 4,5 т +  $N_{80}P_{96}K_{108}$  на гектар сівозмінної площі неістотно відрізняються від варіанта за внесення компосту 4,5 т, компост 4,5 т +  $N_{40}P_{48}K_{54}$  на гектар сівозмінної площі. Це можна пояснити тим, що щільність ґрунту за внесення повного мінерального добрива вища, ніж у варіанті застосування органічного добрива, а цей показник є вирішальним під час проведення розрахунків.

Зміна показників загального вмісту гумусу ґрунтів є певним критерієм, що відображає напрям проходження процесів ґрунтоутворення та гумусонакопичення. На нашу думку, між щільністю ґрунту та загальним вмістом гумусу, а також загальною пористістю існує середній обернений взаємозв'язок. Коефіцієнт кореляції для щільності становить  $r = -0,54$ , для пористості  $r = -0,62$ . Чим більший показник загального вмісту гумусу у ґрунті, тим менший показник щільності ґрунту і тим вища загальна пористість.

Трансформацію органічних добрив і рослинних решток у гумус забезпечують мікроорганізми, кількість, склад і перерозподіл яких у межах гумусного горизонту залежать від внесеного органічного субстрату вмісту органічної речовини у ґрунті та способу заробки у ґрунт [14, с. 126]. Розкладаючи органічні речовини у ґрунті, мікроорганізми вивільняють зв'язану в них енергію і поживні речовини, частину яких використовують для забезпечення своєї життєдіяльності, а інша стає доступною рослинам і бере участь у ґрунтових процесах. На специфіку мікробіологічної активності у ґрунті впливає система удобрення й обробітку ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2

**Вплив систем землеробства на активність мікробного ценозу чорнозему типового в орному (0–30 см) шарі ґрунту, млн шт.**

Система удобрення	Мікроорганізми на КАА, млн шт.	Бактерії МПА, млн шт.	Актиноміцети, млн шт.	Гриби, тис. шт.	Коефіцієнт мінералізації КАА:МПА
Диференційований (контроль)					
Без добрив	7,78	3,8	1,15	1,8	1,89
Органо-мінеральна	121,4	44,6	15,8	3,1	2,34
Мілкий безполицевий обробіток					
Без добрив	9,15	4,8	10,1	2,2	1,7
Органо-мінеральна	187,8	73,1	27,4	3,8	2,17
НР <sub>05</sub> для обробітку	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	0,17	0,22	
НР <sub>05</sub> для удобрення	0,1	0,12	0,17	0,23	

У середньому за вегетаційний період найбільша чисельність мікроорганізмів була виявлена у ґрунті, де застосовувалась органо-мінеральна система удобрення.

Поліпшення гумусного стану верхнього шару гумусного горизонту за органо-мінеральної системи удобрення залежить від збільшення в ньому мікроорганізмів. Кількість грибів і актиноміцетів переважала тут порівняно зі станом без застосування добрив.

Варіант без застосування органічних і мінеральних добрив дещо стримує мобілізаційні процеси, про що свідчить зниження коефіцієнтів мінералізації, які встановлюються за співвідношення груп мікроорганізмів КАА та МПА. Абсолютна кількість мікроорганізмів МПА і КАА за органо-мінеральної системи удобрення вища в 1,23–1,27 рази порівняно з варіантом без добрив.

Встановлено зв'язок між вмістом гумусу й активністю процесів його мінералізації ( $r = 0,69$ ).

Ключовим показником продуктивності сівозміни є вихід з одного гектара кормових і зернових одиниць, перетравного протеїну, зерна й іншої продукції, оскільки за цими показниками можна дати правильну оцінку спроможності одиниці площі через продукцію реалізувати можливості як потенційної, так і ефективної родючості.

У наших дослідженнях величина ресурсно забезпеченої продуктивності ріллі у варіантах мінеральної системи удобрення становила 9,3 т/га к. од, органічно-мінеральної – 8,8 т/га к. од., органічної – 5,9 т/га к. од., без застосування добрив – 4,5 т/га к. од. (рис. 1).

По-різному реагують культури і на системи основного обробітку ґрунту. Кращим його варіантом виявився полицево-безполицевий обробіток, за якого істотно вищою від контрольного диференційованого обробітку була продуктивність ріллі.

Варіант мілкого безполицевого обробітку ґрунту викликав істотне зниження урожайності всіх культур сівозміни.

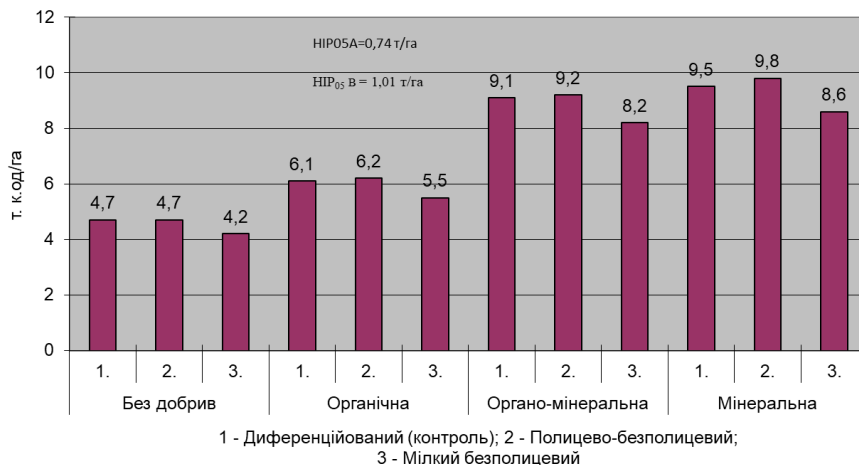


Рис. 1. Продуктивність ріллі в середньому за сівозміною (2011–2017 рр.), т. к. од/га

Аргументами цього, крім зростання забур'яненості полів, стало ущільнення ґрунту, яке встановлене нашими спостереженнями.

**Висновки і пропозиції.** Використання органо-мінеральної системи удобрення, в основі якої – застосування для відтворення родючості ґрунту органічних добрив з унесенням на гектар сівозмінної площі 8 т органіки (4,5 компосту та 3,5 т/га побічної продукції і маси поживних сидератів) сприяє поліпшенню його гумусного стану.

Суттєве зменшення продуктивності ріллі за органічної системи землеробства спричиняє збільшення забур'яненості полів і дефіцит доступних елементів мінерального живлення рослин.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А. Соколова. 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Наука, 1975. 656 с.
2. Барштейн Л., Шкаредний І., Якименко В. Сівозміни, обробіток ґрунту та удобрення в зонах бурякосіяння. *Наукові праці Інституту цукрових буряків* : збірник наукових праць. Кіхв : ЩБ, 2002. 480 с.
3. Буджерак А., Кривда Ю. Азотний фон і гумусовий стан чорноземів реградованих при різних рівнях застосування добрив. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 9. С. 15–19.
4. Демиденко О., Шикла М. Гумусний стан чорнозему типового в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 2. С. 5–11.

5. Звягинцев Д. Методы почвенной микробиологии и биохимии : учебное пособие / под ред. Д. Звягинцева. Москва : Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
6. Мартинович А., Мартынович П. Влияние 50-летнего применения удобрений на плодородие чернозема оподзоленного в Центральной Лесостепи Правобережья УССР. Сообщение № 1. Влияние систематического применения удобрений на баланс питательных веществ и органического вещества на почвы в зерносвекловичном севообороте. *Агрохимия*. 1989. № 1. С. 30–39.
7. Медведев В., Лактионова Т., Кобзарь Н. Влияние навоза на структурное и гумусное состояние чернозема типичного. *Агрохимия и почвоведение*. 2001. № 62. С. 21–26.
8. Носко Б., Чесняк Г. Повышение плодородия черноземных почв Украины. *Актуальные проблемы земледелия*. Москва : Колос, 1984. С. 43–49.
9. Рідей Н., Шикла М., Мельничук Д. Принципи біохімічної саморегуляції та саморегуляції ґрунтової родючості в біологічному землеробстві. *Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні*. Київ, 2000. С. 227–244.
10. Цвей Я., Иванина В., Петрова О. Влияние системы удобрений на содержание гумуса в зерносвекловичном севообороте. *Сахарная свекла*. 2012. № 9. С. 24–26.
11. Цвей Я., Шиманська Н. Гумусовий стан чорнозему в процесі довготривалого застосування добрив. *Агроекологічний журнал*. 2002. № 3. С. 73–75.
12. Чесняк Г. Влияние сельскохозяйственных культур, севооборотов и удобрений на содержание гумуса в черноземе типичном. *Землеустройство*. 1980. № 51. С. 60–65.
13. Чесняк Г. Закономірність вмісту гумусу і шляхи забезпечення його бездефіцитного балансу в чорноземах типових при інтенсифікації землеробства. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1982. Вип. 43. С. 18–23.
14. Шикла М., Демиденко О. Мікробіологічні умови відтворення родючості чорнозему типового за мінімального обробітку ґрунту. *Науковий вісник НАУ*. 2005. № 81. С. 123–128.