

АГРОХІМІЯ AGROCHEMISTRY

УДК 631.816:631.417.2:631.811.1

Вплив систем удобрення на органічну речовину та агрохімічні показники чорнозему типового

**Є.В. Скрильник, А.М. Кутова*, В.А. Гетманенко, К.С. Артем'єва,
В.М. Ніконенко**

ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського", м. Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
<p>Отримано 22.05.2019 Отримано після доопрацювання 12.06.2019 Затверджено до друку 19.08.2019 Доступно онлайн 01.09.2019</p> <hr/> <p><i>Ключові слова:</i></p> <p>азот мінеральний; гуміфікація; органічна речовина; система удобрення; чорнозем типовий.</p>	<p>Метою досліджень було виявлення впливу органічної, орґано-мінеральної і мінеральної систем удобрення сільськогосподарських культур у польовій сівозміні на органічну речовину та агрохімічні показники чорнозему типового. Встановлено, що за період ведення стаціонарного дослідження (26 років) відбулося зменшення загального вмісту гумусу в ґрунті у межах орного шару на 0,05-0,62 % порівняно з вихідними даними. Внесення в ґрунт додаткового вуглецю у вигляді гною за орґано-мінеральної та органічної систем удобрення сприяло регулюванню азотно-вуглецевого балансу в ґрунті шляхом поповнення запасів доступних для мікроорґанізмів вуглецю та азоту, що приводило до збільшення вмісту гумусу в орному шарі ґрунту. Внесення гною двічі за ротацію по 40 т/га сприяло збільшенню вмісту гумусу на 7,2 %, а за умов орґано-мінеральної системи удобрення – на 11,4 % порівняно з контролем. За групуванням ґрунтів за властивостями вміст гумусу оцінюється як високий та дуже високий, тип гумусу гуматний, ступінь гуміфікації високий, насиченість гумусу азотом середня. Досліджено, що тривале застосування мінеральних та органічних добрив призводить до підкислення ґрунтового розчину – зниження параметрів рН_{КС}. Застосування органічної та орґано-мінеральної систем удобрення сприяло накопиченню мінерального азоту в орному шарі чорнозему типового. Внесення лише мінеральних добрив посилює мінералізацію азоту ґрунту, про що свідчить збільшення вмісту аміачного азоту та зменшення вмісту нітратного на 61,7 % порівняно з контролем.</p>

*E-mail: kutova.ang@gmail.com

Форма цитування: Вплив систем удобрення на органічну речовину та агрохімічні показники чорнозему типового / Є.В. Скрильник, А.М. Кутова, В.А. Гетманенко [та ін.]. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 88. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2019. С. 74-78. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-10>.

1. Вступ

За інтенсивного сільськогосподарського використання ґрунтів передбачено застосування мінеральних і органічних добрив, що у комплексі з іншими агрозаходами забезпечує збереження і відтворення ґрунтової родючості [1]. Органічна система удобрення підвищує потенційну родючість ґрунту, а мінеральна – його ефективну родючість, перевершуючи органічну систему за агрономічною та економічною ефективністю [2]. Тому сукупне застосування в сівозміні мінеральних і органічних добрив виявляється вигідним з огляду на поліпшення властивостей ґрунту, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, економії добрив і зниження ризиків екологічних порушень.

У тривалих польових дослідках виявлено [3, 4], що систематичне внесення мінеральних і органічних добрив сприяє збільшенню вмісту в ґрунті рухомих сполук азоту, фосфору і калію, забезпечуючи відтворення родючості. Розміри накопичення поживних елементів у ґрунті залежать від виду, доз, співвідношення, форм добрив і тривалості їх застосування. Однак застосування мінеральних і органічних добрив у підвищених дозах веде до погіршення водно-фізичних властивостей, підвищення кислотності ґрунту та надходження нітратів у сільськогосподарську продукцію і підґрунтові води [5]. Щоб запобігти екологічних порушень за умов застосування азотних добрив рекомендується внесення компенсуючих кількостей свіжого органічного матеріалу, що сприяє активізації іммобілізаційних процесів. Екологічно оптимальний азотний режим у ґрунті може бути забезпечений за умови, якщо співвідношення C_{орг}: N_{мін} в ґрунті знаходиться в межах 30-50 [6].

Застосовуючи органічні добрива з метою створення в ґрунті певного запасу доступного мікроорґанізмам субстрату, необхідного також для стимулювання фізичних,

хімічних та фізико-хімічних процесів, важливо уникати перенасичення ґрунту органічним вуглецем, оскільки його надлишок швидко втрачається в результаті мінералізації [7].

Параметри коефіцієнтів використання поживних речовин із ґрунту є найвищими за внесення одних лише мінеральних добрив. Але при цьому відбувається й посилення процесів мінералізації гумусу [6]. Кожна одиниця азоту добрив сприяє додатковій мобілізації від 0,5 до 1,2 одиниці ґрунтового азоту, що приводить до збільшення вмісту в ґрунті рухомих сполук і, як наслідок, підвищення коефіцієнтів використання рослинами поживних речовин. Рухомі сполуки азоту, що утворилися в результаті мінералізації органічної речовини, так само, як азот мінеральних добрив, включаються в геохімічну міграцію; їх частка у загальній кількості втрат азоту з орного ґрунту становить від 10 до 60 %.

За даними тривалого дослідження на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому внесенням мінеральних добрив сукупно з гноєм ВРХ за десятирічний період не забезпечено накопичення гумусу в орному шарі ґрунту. Мало того, спостерігалась тенденція до зниження його вмісту порівняно з вихідним станом на 0,07 % [8].

За даними Н.Б. Зінякова та В.М. Семенова [9] застосування мінеральних добрив у зростаючих дозах протягом 2-х років не впливало на вміст органічної речовини в ґрунті, тоді як підвищення дози органічних добрив супроводжувалося збільшенням вмісту органічного вуглецю: за один рік збільшення становило 0,88 %, за два – 1,60 % від маси ґрунту.

Склад органічної речовини ґрунту, її запаси та особливості характеристик якості є основними індикаторами його потенційної родючості. Зміна параметрів значною мірою залежить від інтенсивності прийомів землеробства, таких як система застосування добрив.

Тому **метою** наших досліджень було виявлення впливу органічної, органо-мінеральної і мінеральної систем удобрення сільськогосподарських культур на органічну речовину та агрохімічні показники чорнозему типового в умовах тривалого польового стаціонарного дослідження на території Лівобережного Лісостепу.

2. Об'єкти і методи досліджень

Стаціонарний польовий дослід «Агроекологічний моніторинг» було закладено 1990 року в дослідному господарстві ДП «ДГ «Граківське» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» у Чугуївському районі Харківської області. Метою було вивчення впливу різних рівнів навантажень хімізації на продуктивність агробіоценозу та основні показники родючості чорнозему типового важкосуглинкового. В період з 1991 до 2007 р. дослідження вели на чотирьох фонах: (1) без гною; (2) 100 т/га гною за ротацію сівозміни; (3) 100 т/га гною за ротацію + побічна продукція; (4) 50 т/га гною за ротацію + побічна продукція. З 2008 р., внаслідок реконструкції дослідження, обумовленої дефіцитом органічних добрив, на другому фоні виокремили резервні ділянки, де продовжили вносити гній у нормі 80 т/га за ротацію, а на іншій частині замість гною почали заорювати нетоварну частину продукції стерньових культур сівозміни. Органічні добрива, з того часу, вносять двічі за ротацію сівозміни – під соняшник і кукурудзу на силос по 40 т/га. На третьому фоні припинили удобрення і почали досліджувати післядію як органічних, так і мінеральних добрив, четвертий – закрили.

На кожному із зазначених фонів виокремлено варіанти з різними комбінаціями норм мінеральних добрив за трьома градаціями – 0 (без добрив), 1 (одинарна норма), 2 (подвійна норма), які диференційовано за культурами десятипільної зерно-просапної сівозміни: чистий пар; пшениця озима; буряки цукрові; вика + овес; пшениця озима; кукурудза на силос; ячмінь; соя; пшениця озима; соняшник. У 2016 році під пшеницю озиму внесено $N_{0-30-60}$, $P_{0-60-120}$, $K_{0-45-90}$ за трьома градаціями. Попередником пшениці озимої був чистий пар.

Для проведення досліджень вибрано такі чотири варіанти стаціонарного дослідження: К - Контроль (без добрив); О - Органічна система удобрення (з 1991 р. на 1 га ґрунту внесено 230 т гною); ОМ - Органо-мінеральна система удобрення (230 т гною і мінеральні добрива $N_{2520}P_{2400}K_{2070}$); М - Мінеральна система удобрення ($N_{2520}P_{2400}K_{2070}$).

Проби ґрунту відбирали у 2017 р. з шару 0-20 см за ДСТУ 4287:2007 у триразовій повторності. Кількість і якість органічних речовин у складі ґрунту визначали такими методами: вміст органічної речовини – методом Тюріна за ДСТУ 4289:2004; груповий склад гумусу – методом Тюріна у модифікації Конової та Бельчикової за ДСТУ 7855:2015. Реакцію ґрунтового розчину, pH_{KCl} – за ДСТУ EN 13037. Агрохімічні характеристики ґрунту: загальний вміст азоту – методом К'ельдаля за ДСТУ ISO 11261-2001; вміст нітратного та амонійного азоту – за ДСТУ 4729:2007.

Опрацювання й узагальнення результатів досліджень проводили використовуючи методи математичної статистики Statistica 6.

3. Аналіз результатів досліджень

За інтенсивного сільськогосподарського використання чорнозему типового із застосуванням та без застосування агрохімічних засобів зафіксовано зміни вмісту гумусу та кислотності ґрунтового розчину в орному шарі. Результати досліджень показали, що за період ведення стаціонарного досліду відбулося зменшення загального вмісту гумусу в ґрунті у межах орного шару на 0,05-0,62 % порівняно з вихідними даними (Табл. 1).

Таблиця 1

Вплив систем удобрення на агрохімічні показники чорнозему типового

Варіант	Вміст гумусу, %	Nзаг, %	pHксі
Ґрунт до закладки досліду	5,60	0,34	6,8
К - Без добрив (контроль)	4,98	0,29	6,9
О - Органічна система удобрення	5,34	0,30	5,6
ОМ - Органо-мінеральна система удобрення	5,55	0,28	5,5
М - Мінеральна система удобрення	5,18	0,28	4,7
НІР ₀₅	0,08	0,01	0,42

Екстенсивне використання ґрунту без удобрення викликало посилення мінералізації органічної речовини, що призвело до зменшення вмісту гумусу на контрольному варіанті порівняно з вихідними даними. Станом на 2017 рік найнижчий вміст гумусу зафіксовано на контролі та на варіанті з мінеральною системою удобрення (М). Внесення гною двічі за ротацію по 40 т/га (О) сприяло збільшенню вмісту гумусу на 7,2 %, а за умов органо-мінеральної системи удобрення (ОМ) – на 11,4 % порівняно з контролем.

За групуванням ґрунтів за властивостями (ДСТУ 4362:2004) вміст гумусу на варіантах оцінюється таким чином: К – *високий*, О, ОМ і М – *дуже високий*. Запаси гумусу в шарі 0-20 см чорнозему типового на варіантах становлять: К – 129; О – 142; ОМ – 144; М – 135 т/га. Всі значення можуть вважатися еталонними для важкосуглинкових ґрунтів. Збагаченість гумусу азотом, за співвідношенням між загальним вмістом органічного вуглецю і загальним вмістом мінерального азоту в ґрунті, на всіх варіантах досліду оцінюється як *середня*.

Після 26 річного періоду вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням органічних і мінеральних добрив зафіксовано підкислення ґрунтового розчину. Лише на варіантах із внесенням гною параметри рН були більш високими, де реакцію ґрунту оцінено як – близьку до нейтральної та слабо кислу.

Залежно від спрямованості змін умов гуміфікації зафіксовано ознаки реградаційної трансформації гумусових речовин за різних систем удобрення. Спостерігається тенденція до зростання вмісту гумінових кислот в органічній речовині чорнозему типового за органічної, органо-мінеральної та мінеральної систем удобрення на 6,2-25,3 %, відносно фульвокислот - тенденція до зменшення вмісту за органічної та органо-мінеральної систем удобрення на 9-12 %, за мінеральної системи удобрення – зростання на 9 % (Табл. 2).

Таблиця 2

Вплив систем удобрення на склад органічної речовини чорнозему типового

Варіант	Сзаг, %	Вміст у лужній (NaOH) витяжці, %			
		С _{tot}	С _{гк}	С _{фк}	С _{гк} /С _{фк}
К - Без добрив (контроль)	2,89	1,28	0,95	0,33	2,88
О - Органічна система удобрення	3,10	1,42	1,13	0,29	3,89
ОМ - Органо-мінеральна система удобрення	3,22	1,37	1,07	0,30	3,56
М - Мінеральна система удобрення	3,01	1,55	1,19	0,36	3,31
НІР ₀₅	0,21	0,08	0,05	0,07	-

Примітка: Сзаг – загальний вміст органічного вуглецю у ґрунті; С_{tot} – загальний вміст вуглецю у витяжці; С_{гк} – вуглець гумінових кислот; С_{фк} – вуглець фульвокислот

Важливим індикатором якості гумусу є співвідношення гумінових і фульвокислот (Сгк/Сфк), що є також діагностичним показником спрямованості зміни стану органічної речовини ґрунту [10]. Зменшення в складі гумусу найціннішої фракції гумінових кислот і збільшення вмісту фульвокислот є ознакою розвитку процесів деградації органічної речовини чорноземного ґрунту, зниження рівня родючості. Найнижче значення відношення Сгк/Сфк констатовано за мінеральної системи удобрення.

За цим критерієм встановлено, що тип гумусу за різних систем удобрення та без внесення добрив – чисто гуматний, ступінь гуміфікації органічної речовини високий.

Під час розкладання у ґрунті сировини органічного походження (кореневі рештки, залишки рослин, гній) з різним співвідношенням С:N процеси мінералізації та іммобілізації азоту проходять постійно й одночасно. За варіантами дослідів загальний вміст мінерального азоту в орному шарі чорнозему типового коливався від 28,4 до 40,1 мг/кг (Рис. 1).

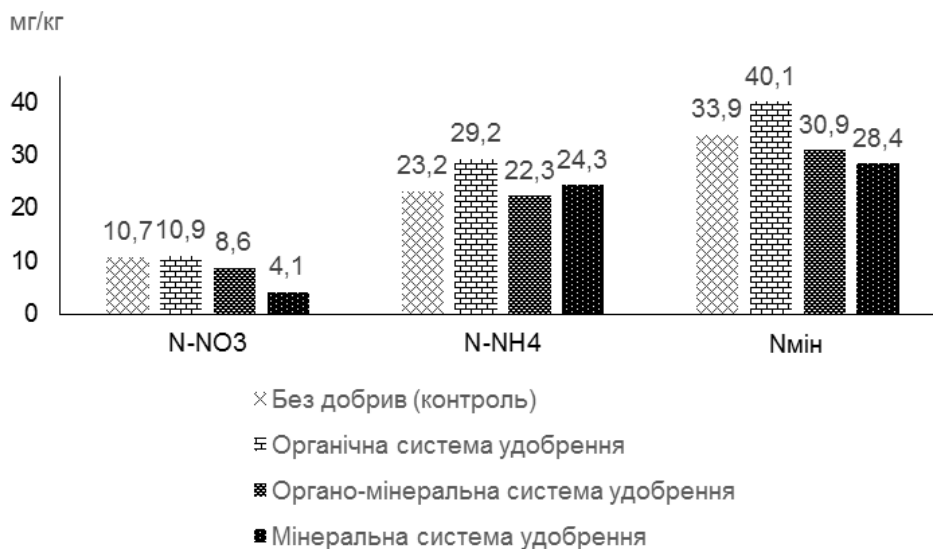


Рис. 1. Вміст мінерального азоту в чорноземі типовому за різних систем удобрення

Оскільки розкладання органічної сировини супроводжується поглинанням мікроорганізмами мінерального азоту, спостерігається зниження вмісту нітратного та амонійного азоту в орному шарі чорнозему типового за органо-мінеральної системи удобрення порівняно з контролем. Внесення лише мінеральних добрив посилює мінералізацію азоту ґрунту, про що свідчить збільшення вмісту амонійного азоту та зменшення вмісту нітратного на 61,7 % порівняно з контролем. За органічної системи удобрення в результаті мінералізації органічної сировини спостерігається накопичення мінерального азоту в орному шарі ґрунту.

Таким чином, переважання мінералізаційних процесів над іммобілізаційними призводить до втрат органічної речовини і мінерального азоту з орного шару ґрунту. Цей процес посилюється за умов систематичного застосування мінеральних добрив. Причиною такої дії добрив є їх вплив на додаткову мобілізацію азоту з ґрунтових джерел органічних сполук азоту, що призводить до дефіциту доступного для мікроорганізмів органічного вуглецю в ґрунті. За цих умов дефіцит органічного вуглецю є причиною того, що іммобілізація азоту добрив в органічну речовину не компенсує витрат ґрунтового органічного азоту на його мінералізацію.

4. Висновки

1. Тривале (26 років) сільськогосподарське використання чорнозему типового без внесення добрив призвело до зниження вмісту гумусу в орному шарі ґрунту на 11 % порівняно з вихідним рівнем. Внесення в ґрунт лише мінеральних добрив супроводжувалося порушенням мінералізаційно-іммобілізаційної рівноваги в бік переважання мінералізації і в результаті вміст органічної речовини зменшився на 7,5 % порівняно з контролем. Застосування гною за органічної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло підтриманню більш високого вмісту гумусу. Зміни вмісту гумусу за різних систем удобрення не супроводжувалися зміною основних параметрів його якості: тип гумусу чисто гуматний, ступінь гуміфікації високий.

2. Тривале застосування добрив призводило до підкислення ґрунтового розчину – зниження pH_{KCl} до 5,6 за органічної системи удобрення, до 5,5 – за орґано-мінеральної системи і до 4,7 – за мінеральної системи удобрення.

3. Застосування органічної та орґано-мінеральної систем удобрення сприяло накопиченню мінерального азоту в орному шарі чорнозему типового, за мінеральної – посилювалися процеси втрати рухомих сполук азоту. Внесення у ґрунт додаткового вуглецю у складі гною за орґано-мінеральної та органічної систем удобрення сприяє регулюванню азотно-вуглецевого балансу в ґрунті шляхом поповнення запасів доступних для мікроорґанізмів вуглецю та азоту, що приводить до збільшення вмісту гумусу в орному шарі ґрунту порівняно з контролем.

Список використаних джерел

1. Державин Л.М. Роль химизации и биологизации земледелия в отечественном производстве сельскохозяйственной продукции и обеспечение продовольственной безопасности РФ. *Агрохимия*. 2010. № 9. С. 3-18. URL: <http://naukarus.com/rol-himizatsii-i-biologizatsii-p>.
2. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Г.Е. Мерзлая, Г.А. Зябкина, Т.П. Фомкина [и др.]. *Агрохимия*. 2012. № 2. С. 37-46. URL: <http://naukarus.com/effektivnost-dlitelnogo-primeneniya-organicheskikh-i-m>.
3. Уваров Г.И., Карабутов А.П. Изменение агрохимических свойств чернозема типичного при применении удобрений в длительном полевом опыте. *Агрохимия*. 2012. № 4. С. 14-20. URL: <http://naukarus.com/izmeneniya-agrohicheskikh-svoystv-chnozema-t>.
4. Hai L., Li X.G., Guggenberger G. 2010. Long-term fertilization and manuring effects on physically-separated soil organic matter pools under a wheat-wheat-maize system in an arid region of China. *Soil Biol. Biochem.* V. 42. № 2. P. 253-259. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.10.023>.
5. Минеев В.Г., Ремпе Е.Х. Экологические последствия длительного применения повышенных и высоких доз минеральных удобрений. *Агрохимия*. 1991. № 3. С. 35-49.
6. Кудеяров В.Н. Азотно-углеродный баланс в почве. *Почвоведение*. 1999. № 1. С. 73-82.
7. West T.O., Six J. 2007. Considering the influence of sequestration duration and carbon saturation on estimates of soil carbon capacity. *Climatic Change*. V. 80. № 1-2. P. 25-41. DOI: 10.1007/s10584-006-9173-8.
8. Шедь Л.О. Вплив добрив на гумусовий стан і азотний фонд чорнозему опідзоленого та продуктивність сівозміни за традиційного та ресурсозберіжувального землеробства: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к-та с.-г. наук: 06.01.04 Харків, 2005. 22 с.
9. Зинякова Н.Б., Семенов В.М. Влияние возрастающих доз органических и минеральных удобрений на пулы растворенного, подвижного и активного органического вещества в серой лесной почве. *Агрохимия*. 2014. № 6. С. 8-19. URL: <http://naukarus.com/vliyanie-vozzrastayuschih-doz-organicheskikh-i-m>.
10. Шевцова Л.К., Хайдуков К.П., Кузьменко Н.Н. Трансформация органического вещества легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений в льняном севообороте. *Агрохимия*. 2012. № 10. С. 3-12. URL: <http://naukarus.com/transformatsiya-organicheskogo-veschestva-legkosuglinistoy-derново-p>.

UDC 631.816:631.417.2:631.811.1

Influence of fertilizers application systems on soil organic matter and agrochemical characteristics of the chernozem typical

Ie.V. Skrylnyk, A.M. Kutova*, V.A. Hetmanenko, K.S. Artemieva, V.M. Nikonenko

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

*E-mail: kutova.ang@gmail.com

The aim of the research was to establish the influence of organic, organo-mineral and mineral fertilizer systems of agricultural crops in field crop rotation on organic matter and agrochemical indicators of chernozem typical. It was established that during the period of conducting the stationary experiment (26 years) there was a decrease in the total content of humus in the soil within the arable layer by 0,05-0,62 % compared with the initial data. The application of additional carbon in the form of manure to the soil during organic-mineral and organic fertilizer systems helped to regulate the nitrogen-carbon balance in the soil by replenishing the reserves of carbon and nitrogen available for microorganisms, which led to an increase in the humus content in the topsoil. The application of manure twice during the rotation of 40 t/ha contributed to an increase in the humus content by 7,2 %, and in the conditions of the organo-mineral fertilizer system - by 11,4 % compared with the control. The humus content is estimated as high and very high, the type of humus is humic, the degree of humification is high, the enrichment of humus with nitrogen is average. Proved that long-term use of mineral and organic fertilizers leads to acidification of the soil solution - a decrease in pH_{KCl} parameters. The use of organic and organo-mineral fertilizer systems contributed to the accumulation of mineral nitrogen in the topsoil of typical chernozem. The application of only mineral fertilizers enhances the mineralization of soil nitrogen, as evidenced by an increase in the content of ammonia nitrogen and a decrease in the nitrate content by 61,7 % compared with the control.

Keywords: chernozem typical; fertilizer system; humification; mineral nitrogen; organic matter.

Citing: Skrylnyk Ie.V., Kutova A.M., Hetmanenko V.A., Artemieva K.S., Nikonenko V.M. 2019. Influence of fertilizers application systems on soil organic matter and agrochemical characteristics of the chernozem typical. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 88. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 74-78. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-10>.